



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*

## **ÁREA TÉCNICA**

**TITULO DE INGENIERO CIVIL**

**Caracterización del volumen de tránsito vehicular en las vías Loja-  
Catamayo y Loja-Zamora.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN.**

**AUTOR:** Arévalo Maldonado, Diego Fernando

**DIRECTORA:** Segarra Morales, María Soledad, Mgs.

**LOJA – ECUADOR**

**2015**

## **APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Magister.

María Soledad Segarra Morales.

### **DOCENTE DE LA TITULACIÓN**

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: “Caracterización del volumen de tránsito vehicular en las vías Loja - Catamayo, y Loja – Zamora” realizado por: Arévalo Maldonado Diego Fernando; ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, septiembre de 2015

f) .....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Arévalo Maldonado Diego Fernando declaro ser autor del presente trabajo de titulación: “Caracterización del volumen de tránsito vehicular en las vías Loja-Catamayo y Loja-Zamora”, de la Titulación en Ingeniería Civil, siendo la Mgs. María Soledad Segarra Morales directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

f. ....  
Autor: Arévalo Maldonado Diego Fernando  
Cédula: 1104679897

## DEDICATORIA

*A mis padres, hermanos y Familiares por guiar  
mi camino y brindarme todo el apoyo  
incondicional a lo largo de mi vida.*

*Diego.*

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradeceré a Dios por darme la vida, la oportunidad de estudiar y de culminar mi trabajo de fin de titulación con éxito y felicidad.

Agradezco a la Universidad Técnica Particular de Loja por tener un sistema de educación responsable y de calidad con el cual adquirí los conocimientos necesarios para poder llevar a cabo éste trabajo.

A la Ing. María Soledad Segarra, por aportar con sus valiosos conocimientos y orientar la presente investigación.

A todas esas personas con las que he compartido mi vida, todos han formado parte de mi educación diaria.

*Diego Fernando*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
<i>ÍNDICE DE CONTENIDOS</i> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>5</b>
1. ASPECTOS GENERALES.....	6
1.1. <i>Objetivos</i> .....	6
1.1.1. Objetivo General .....	6
1.1.2. Objetivos Específicos.....	6
1.2. <i>Justificación</i> .....	6
1.3. <i>Localización de la zona de estudio</i> .....	7
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
2. METODOLOGÍA.....	10
2.1. <i>Recopilación de Información y descripción de las vías existentes.</i> .....	10
2.1.1. Definición del sector vial.....	10
2.1.2. Recolección de antecedentes .....	10
2.2. <i>Trabajo de Campo.</i> .....	11
2.2.1. Recopilación de Información vehicular mediante Aforos .....	11
2.2.1.1. Equipo de Conteo de Tráfico. ....	12
2.2.1.2. Consideraciones generales en aforos volumétricos. ....	16
2.2.2. Datos Obtenidos en la fase de campo.....	16
2.3. <i>Trabajo de Gabinete</i> .....	17
2.3.1. Tamaño Muestral.....	17
2.3.2. Caracterización de Tráfico.....	18
2.3.2.1. Distribución y composición del volumen de tránsito. ....	18
2.3.2.2. Variación del volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda .....	18
2.3.2.3. Tasa de Flujo en la hora de máxima demanda .....	19
2.3.2.4. Variación horaria del volumen de tránsito.....	20
2.3.2.5. Variación diaria del volumen de tránsito.....	20
2.3.3. Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) .....	20

2.3.4.	Volúmenes de Tránsito Futuro.....	21
2.3.4.1.	Consideraciones para el pronóstico del volumen de tránsito futuro .....	21
2.3.4.2.	Cálculo de Correlación de Variables .....	22
2.3.4.3.	Cálculo de Modelo matemático .....	23
<b>CAPÍTULO 3.....</b>		<b>25</b>
3.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	26
3.1.	<i>Trabajo de Campo</i> .....	26
3.1.1.	Descripción de las vías existentes .....	26
3.1.1.1.	Red Vial Estatal.....	26
3.1.1.2.	Red Vial del Área a Intervenir.....	28
3.1.1.3.	Población Servida por las vías en estudio.....	30
3.1.1.4.	Estado del Arte Vía Loja Catamayo.....	35
3.1.1.5.	Estado del Arte Vía Loja Zamora.....	35
3.1.2.	Antecedentes de Tráfico Promedio Diario Anual .....	35
3.2.	<i>Trabajo de Gabinete</i> .....	37
3.2.1.	Tamaño Muestral.....	37
3.2.2.	Caracterización de Tráfico.....	38
3.2.2.1.	Distribución y composición del volumen de tránsito.....	38
3.2.2.2.	Variación del volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda .....	51
3.2.2.3.	Tasa de Flujo en la hora de máxima demanda .....	53
3.2.2.4.	Variación horaria del volumen de tránsito.....	54
3.2.2.5.	Variación diaria del volumen de tránsito por carril .....	56
3.2.3.	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) .....	60
3.2.4.	Volúmenes de Tránsito Futuro.....	64
3.2.4.1.	Cálculo de Correlación de Variables .....	64
3.2.4.2.	Cálculo de Modelo matemático .....	67
3.2.4.4.	Pronóstico del volumen de tránsito futuro .....	71
3.2.4.5.	Comparación del Volumen de Tránsito Obtenido con información historizada .....	73
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>77</b>
	CONCLUSIONES LOJA CATAMAYO .....	77
	VÍA LOJA CAMAYO SENTIDO DESDE LOJA HACIA CATAMAYO. ....	77
	VÍA LOJA CATAMAYO SENTIDO DESDE CATAMAYO HACIA LOJA. ....	78
	CONCLUSIONES LOJA ZAMORA.....	78
	VÍA LOJA ZAMORA SENTIDO DESDE LOJA HACIA ZAMORA. ....	79
	VÍA LOJA ZAMORA SENTIDO DESDE ZAMORA HACIA LOJA. ....	79
	CUADRO RESUMEN DE CONCLUSIONES.....	81
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>82</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>83</b>

1.	ANEXO 1 VARIACIÓN DIARIA HORARIA VEHICULAR .....	83
	<i>Sentido Loja – Catamayo</i> .....	83
	<i>Sentido Catamayo - Loja</i> .....	86
	<i>Sentido Zamora –Loja</i> .....	90
	<i>Sentido Loja - Zamora</i> .....	93
2.	ANEXO 2 CLASIFICACIÓN VEHICULAR DIARIA.....	97
	<i>Sentido Loja – Catamayo</i> .....	97
	<i>Sentido Catamayo - Loja</i> .....	100
	<i>Sentido Zamora – Loja</i> .....	104
	<i>Sentido Loja – Zamora</i> .....	106
3.	ANEXO 3 VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.....	110
	<i>Sentido Loja – Catamayo</i> .....	110
	<i>Sentido Catamayo - Loja</i> .....	111
	<i>Sentido Loja-Zamora</i> .....	112
	<i>Sentido Zamora-Loja</i> .....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 Imagen satelital de la ciudad de Loja y estaciones de estudio.</i> .....	8
<i>Figura 2.1 Equipo clasificador de vehículos MetroCount 5600.</i> .....	12
<i>Figura 2.2 Esquema de funcionamiento de equipo MetroCount 5600.</i> .....	13
<i>Figura 3.1 Diagrama de la red vial en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe.</i> .....	29
<i>Figura 3.2 Clasificación vehicular en un día promedio de la semana vía Loja-Catamayo.</i> .....	39
<i>Figura 3.3 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo semana del 3 al 09 de abril del 2014.</i> .....	40
<i>Figura 3.4 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo semana del 3 al 09 de abril del 2014.</i> .....	41
<i>Figura 3.5 Clasificación vehicular en un día promedio de la semana Catamayo Loja.</i> .....	42
<i>Figura 3.6 Clasificación vehicular diaria Catamayo Loja Semana del 10 al 17 de abril del 2014.</i> .....	43
<i>Figura 3.7 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja semana del 10 y 17 de abril del 2014.</i> .....	44
<i>Figura 3.8 Clasificación vehicular en un día promedio de la semana vía Loja-Zamora.</i> .....	45
<i>Figura 3.9 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora Semana del 20 al 24 de marzo del 2014.</i> .....	46
<i>Figura 3.10 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora semana del 20 y 24 de marzo del 2014.</i> .....	47
<i>Figura 3.11 Clasificación vehicular en un día promedio de la semana vía Zamora-Loja.</i> .....	48
<i>Figura 3.12. Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja Semana del 26 de marzo al 01 de abril del 2014.</i> .....	49
<i>Figura 3.13 Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja semana del 26 de marzo al 01 de abril del 2014.</i> .....	50
<i>Figura 3.14 Variación horaria del volumen de tránsito en un día promedio de la semana.</i> .....	55
<i>Figura 3.15 Fluctuación del volumen de tránsito por carril por día de la semana</i> .....	56
<i>Figura 3.16 Variación diaria del volumen de tránsito vía Loja-Catamayo semana del 3 al 09 de abril del 2014.</i> ..	57
<i>Figura 3.17 Variación diaria del volumen de tránsito vía Catamayo-Loja semana del 10 al 17 de abril del 2014.</i>	58



<i>Figura 3.18 Variación diaria del volumen de tránsito vía Loja-Zamora semana del 19 al 25 de marzo del 2014.</i>	59
<i>Figura 3.19 Variación diaria del volumen de tránsito vía Zamora-Loja semana del 25 de marzo al 01 de abril del 2014.</i>	59
<i>Figura 3.20 Modelo de Regresión para Vehículos Livianos</i>	69
<i>Figura 3.21 Modelo de Regresión para Vehículos tipo Camión Pequeño o Liviano</i>	69
<i>Figura 3.22 Modelo de Regresión para Vehículos tipo Camión Grande o Pesado</i>	70

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1 Coordenadas de estaciones de conteo vehicular en el sistema WGS84 zona 17 sur.</i>	7
<i>Tabla 2.1. Sistema Clasificador de Vehículos MetroCount 5600.</i>	14
<i>Tabla 3.1 Nomenclatura de Vías Primarias o Corredores Arteriales de la Red Vial Estatal.</i>	26
<i>Tabla 3.2 Nomenclatura de Vías Secundarias o Colectoras de la Red Vial Estatal.</i>	26
<i>Tabla 3.3 Población por área según provincia, cantón, parroquia.</i>	30
<i>Tabla 3.4 Población específica en zona de estudio.</i>	34
<i>Tabla 3.5 Estimación de tráfico promedio diario anual 2004.</i>	36
<i>Tabla 3.6 Aforos vehiculares en vías Loja-Catamayo y Loja-Zamora.</i>	37
<i>Tabla 3.7 Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda (vehículos mixtos) vía Catamayo-Loja.</i>	51
<i>Tabla 3.8 Análisis de Flujo Vehicular.</i>	53
<i>Tabla 3.9 Variación diaria del volumen total de tránsito vía Loja-Catamayo aplicando ecuación 2.7.</i>	60
<i>Tabla 3.10 Tráfico promedio diario semanal del volumen de tránsito vía Loja-Catamayo.</i>	61
<i>Tabla 3.11 Variación diaria del volumen de tránsito vía Catamayo Loja.</i>	61
<i>Tabla 3.12 Tráfico promedio diario semanal del volumen de tránsito vía Catamayo-Loja.</i>	62
<i>Tabla 3.13 Variación diaria del volumen de tránsito vía Zamora-Loja aplicando ecuación 2.7.</i>	62
<i>Tabla 3.14 Tráfico promedio diario semanal del volumen de tránsito vía Zamora-Loja.</i>	63
<i>Tabla 3.15 Variación diaria del volumen de tránsito vía Loja Zamora</i>	63
<i>Tabla 3.16 Tráfico promedio diario semanal del volumen de tránsito vía Loja-Zamora.</i>	64
<i>Tabla 3.17 Correlación Vehículos Livianos utilizando ecuación 2.13</i>	64
<i>Tabla 3.18 Correlación Vehículos Camiones Livianos</i>	65
<i>Tabla 3.19 Correlación Vehículos Camión Grande</i>	66
<i>Tabla 3.20 Regresión Lineal por el Método de los Mínimos Cuadrados</i>	67
<i>Tabla 3.21 Datos históricos del parque automotor matriculado en la provincia de Loja.</i>	68
<i>Tabla 3.22 Proyecciones de Vehículos Matriculados y Tasas de Crecimiento por el Método Geométrico.</i>	71
<i>Tabla 3.23 Resumen de proyecciones vía Loja-Catamayo semana del 3 al 09 de abril del 2014.</i>	72
<i>Tabla 3.24 Resumen de proyecciones vía Catamayo-Loja semana del 10 al 17 de abril del 2014.</i>	72
<i>Tabla 3.25 Resumen de proyecciones vía Loja-Zamora semana del 19 al 25 de marzo del 2014.</i>	72
<i>Tabla 3.26 Resumen de proyecciones vía Zamora-Loja semana del 25 de marzo al 01 de abril del 2014.</i>	73

<i>Tabla 3.27 Comparación de tasas de crecimiento entre el MTOP y las calculadas en el presente estudio.</i>	74
<i>Tabla 3.28 Resumen de proyecciones año base 2004 vía Loja-Catamayo.</i>	75
<i>Tabla 3.29 Resumen de proyecciones año base 2014 vía Loja-Catamayo.</i>	75
<i>Tabla 3.30 Resumen de proyecciones año base 2004 vía Loja-Zamora.</i>	75
<i>Tabla 3.31 Resumen de proyecciones año base 2014 vía Loja-Zamora.</i>	76

## ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1.1 Variación diaria Horaria vehicular Loja-Catamayo viernes 04 de abril del 2014.</i>	83
<i>Anexo 1.2 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Loja Catamayo sábado 05 de abril del 2014</i>	83
<i>Anexo 1.3 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Loja Catamayo domingo 06 de abril del 2014.</i>	84
<i>Anexo 1.4 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Loja Catamayo lunes 07 de abril del 2014.</i>	84
<i>Anexo 1.5 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Loja Catamayo martes 08 de abril del 2014.</i>	85
<i>Anexo 1.6 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Loja Catamayo miércoles 09 de abril del 2014.</i>	85
<i>Anexo 1.7 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Loja Catamayo jueves 03 y 10 de abril del 2014</i>	86
<i>Anexo 1.8 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Catamayo Loja viernes 11 de abril del 2014.</i>	86
<i>Anexo 1.9 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Catamayo Loja sábado 12 de abril del 2014</i>	87
<i>Anexo 1.10 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Catamayo Loja domingo 13 de abril del 2014.</i>	87
<i>Anexo 1.11 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Catamayo Loja lunes 14 de abril del 2014</i>	88
<i>Anexo 1.12 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Catamayo Loja martes 15 de abril del 2014.</i>	88
<i>Anexo 1.13 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Catamayo Loja miércoles 16 de abril del 2014.</i>	89
<i>Anexo 1.14 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Catamayo Loja miércoles 10 y 17 de abril del 2014</i>	89
<i>Anexo 1.15 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Zamora Loja jueves 20 de abril del 2014.</i>	90
<i>Anexo 1.16 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Zamora Loja viernes 21 de abril del 2014.</i>	90
<i>Anexo 1.17 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Zamora Loja sábado 22 de abril del 2014</i>	91
<i>Anexo 1.18 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Zamora Loja domingo 23 de abril del 2014.</i>	91
<i>Anexo 1.19 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Zamora Loja lunes 24 de abril del 2014</i>	92
<i>Anexo 1.20 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Zamora Loja martes 19 y 25 de abril del 2014</i>	92
<i>Anexo 1.21 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Loja Zamora miércoles 26 de marzo del 2014.</i>	93
<i>Anexo 1.22 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Loja Zamora jueves 27 de marzo del 2014.</i>	93
<i>Anexo 1.23 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Loja Zamora viernes 28 de marzo del 2014.</i>	94
<i>Anexo 1.24 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Loja Zamora sábado 29 de marzo del 2014</i>	94
<i>Anexo 1.25 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Loja Zamora domingo 30 de marzo del 2014.</i>	95
<i>Anexo 1.26 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Loja Zamora lunes 01 de abril del 2014</i>	95
<i>Anexo 1.27 Variación Diaria Horaria Vehicular vía Loja Zamora martes 25 de marzo y 02 de abril del 2014</i>	96
<i>Anexo 2.1 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo viernes 04 de abril del 2014.</i>	97
<i>Anexo 2.2 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo sábado 05 abril del 2014.</i>	97
<i>Anexo 2.3 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo domingo 06 abril del 2014.</i>	98

<i>Anexo 2.4 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo lunes 07 abril del 2014.</i>	<i>98</i>
<i>Anexo 2.5 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo martes 08 abril del 2014.</i>	<i>99</i>
<i>Anexo 2.6 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo miercoles 09 abril del 2014.</i>	<i>99</i>
<i>Anexo 2.7 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo jueves 03 y 10 de abril del 2014.</i>	<i>100</i>
<i>Anexo 2.8 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja viernes 11 de abril del 2014.</i>	<i>100</i>
<i>Anexo 2.9 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja sábado 12 de abril del 2014.</i>	<i>101</i>
<i>Anexo 2.10 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja domingo 13 de abril del 2014.</i>	<i>101</i>
<i>Anexo 2.11 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja lunes 14 de abril del 2014.</i>	<i>102</i>
<i>Anexo 2.12 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja martes 15 de abril del 2014.</i>	<i>102</i>
<i>Anexo 2.13 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja Miercoles 16 de abril del 2014.</i>	<i>103</i>
<i>Anexo 2.14 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja Jueves 10 y 17 de abril del 2014.</i>	<i>103</i>
<i>Anexo 2.15 Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja jueves 20 de marzo del 2014.</i>	<i>104</i>
<i>Anexo 2.16 Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja viernes 21 de marzo del 2014.</i>	<i>104</i>
<i>Anexo 2.17 Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja sábado 22 de marzo del 2014.</i>	<i>105</i>
<i>Anexo 2.18 Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja domingo 23 de marzo del 2014.</i>	<i>105</i>
<i>Anexo 2.19 Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja lunes 24 de marzo del 2014.</i>	<i>106</i>
<i>Anexo 2.20 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora miércoles 26 de marzo del 2014.</i>	<i>106</i>
<i>Anexo 2.21 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora jueves 27 de marzo del 2014.</i>	<i>107</i>
<i>Anexo 2.22 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora viernes 28 de marzo del 2014.</i>	<i>107</i>
<i>Anexo 2.23 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora sábado 29 de marzo del 2014.</i>	<i>108</i>
<i>Anexo 2.24 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora domingo 30 de marzo del 2014.</i>	<i>108</i>
<i>Anexo 2.25 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora lunes 01 de abril del 2014.</i>	<i>109</i>
<i>Anexo 2.26 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora martes 25 de marzo y 02 de abril del 2014.</i>	<i>109</i>
<i>Anexo 3.1 Variación diaria horaria vehicular Loja-Catamayo semana del 3 al 09 de abril del 2014.</i>	<i>110</i>
<i>Anexo 3.2 Variación diaria horaria vehicular Catamayo-Loja semana del 10 al 21 de abril del 2014.</i>	<i>111</i>
<i>Anexo 3.3 Variación diaria horaria vehicular Loja-Zamora semana del 20 al 24 de marzo del 2014.</i>	<i>112</i>
<i>Anexo 3.4 Variación diaria horaria vehicular Zamora-Loja semana del 25 de marzo al 01 de abril del 2014.</i>	<i>113</i>

## RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo caracterizar el volumen de tráfico vehicular en las vías Loja-Catamayo y Loja-Zamora mediante métodos estadísticos.

Para el desarrollo del proyecto se realizó aforos a través de un dispositivo neumático por el lapso de una semana completa en cada sentido de la vía en estudio y por separado, posteriormente se determinó la distribución y composición del volumen de tránsito vehicular en cada sentido, obteniendo parámetros de variación horaria, diaria, semanal y mensual del volumen de tránsito.

Adicionalmente se realizó un análisis comparativo con los resultados obtenidos por el MTOP mediante aforos en las principales vías de la provincia de Loja en el año 2004, con los cuales se pudo estimar la tasa de crecimiento vehicular en base a información historizada; y por otro lado se obtuvo la tasa de crecimiento vehicular en función del crecimiento del parque automotor registrado en la provincia de Loja.

**PALABRAS CLAVES:** Caracterizar, aforos, distribución, composición.

## **ABSTRACT**

This project aims at characterizing the volume of vehicular traffic on the Loja - Catamayo Loja -Zamora using statistical methods.

For the development of the project was carried out capacities through a pneumatic device for a period of one full week in each direction of the track in study and separately, it was subsequently determined the distribution and composition of the volume of vehicular traffic in each direction, obtaining parameters of variation hourly, daily, weekly and monthly traffic volume.

In addition, we conducted a comparative analysis with the results obtained by the MTOPS by factoring in the main roads of the province of Loja in the year 2004, with which it is able to estimate the rate of traffic growth on the basis of information chronicles; and on the other hand was obtained the rate of growth in vehicular function of the growth of the fleet registered in the province of Loja.

**KEYWORDS:** Characterize, capacities, distribution, composition.

## INTRODUCCIÓN

*“La gran necesidad de calles y carreteras en muchos países ha requerido que se dé atención preferente al aspecto estructural de las mismas, con el fin de construir el mayor kilometraje en el menor tiempo, así como una mayor duración de su infraestructura. Sin embargo, en los últimos años, se ha acrecentado el grave problema del tránsito, motivo por el cual se ha empezado a estudiar otro aspecto: el operacional, y es precisamente la INGENIERÍA DE TRANSITO, como una nueva rama de la ingeniería, la llamada a tratar este aspecto”* (Rafael Cal; Mayor R, James Cárdenas, 1995).

En base a los objetivos planteados en la Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 el dotar de infraestructura vial de calidad a todos los sectores del país, es una prioridad, así como también el impulsar el desarrollo, el turismo y la minería en nuestra región, por lo que las vías que conectan a la ciudad de Loja con la provincia de El Oro y con la provincia de Zamora Chinchipe son justamente las vías que se han considerado para el presente estudio.

El presente trabajo se ha enfocado en la caracterización del Volumen de Tránsito Vehicular en las Vías Loja-Catamayo y Loja-Zamora, obteniendo información de base necesaria para realizar proyectos en el ámbito de la vialidad de la provincia de Loja referentes al diseño, planeación, mantenimiento, seguridad, entre otros.

Para caracterizar los volúmenes de tránsito vehicular de las vías antes mencionadas se realizaron aforos semanales en cada sentido de la vía mediante el equipo METROCOUNT 5600 con lo que se obtuvo los siguientes parámetros:

- ❖ Distribución y composición del volumen de tránsito vehicular por carriles.
- ❖ Variación horaria, diaria, semanal, mensual y anual de los volúmenes de tránsito.
- ❖ Densidad de flujo
- ❖ Tasa de flujo.
- ❖ Velocidad media en la hora de máxima demanda.
- ❖ Espaciamiento promedio en vehículos.
- ❖ Intervalo promedio entre vehículos.

En el capítulo I se realiza el planteamiento de objetivos general y específico, justificación y condiciones generales del proyecto como su ubicación.

En el capítulo II veremos la metodología empleada para el desarrollo del proyecto, las etapas de campo y gabinete como el procedimiento a seguir para la obtención de cada parámetro estudiado.

En el capítulo III se hará referencia a los resultados obtenidos durante el proyecto para cada carril de las vías en estudio.

En el capítulo IV se presentará conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado tras el desarrollo del proyecto.

## **CAPÍTULO I**



## **1. Aspectos generales.**

### **1.1. Objetivos.**

#### **1.1.1. Objetivo general.**

Caracterizar el volumen de tránsito vehicular en las vías Loja-Catamayo y Loja-Zamora, mediante métodos estadísticos.

#### **1.1.2. Objetivos específicos.**

- ✚ Determinar la distribución y composición del volumen de tránsito vehicular por carriles en las vías Loja-Catamayo y Loja-Zamora.
- ✚ Obtener parámetros de variación horaria, diaria, semanal y mensual del volumen de tránsito de las vías Loja-Catamayo y Loja-Zamora.
- ✚ Comparar el volumen de tránsito vehicular obtenido en el presente estudio con la información historiada de años anteriores y obtener la tasa de crecimiento vehicular en la vía Loja Catamayo.

### **1.2. Justificación.**

Para conocer el comportamiento de las corrientes de tránsito existentes en las vías de acceso principales a la ciudad de Loja, es necesario contar con información historiada y continua que sirva de base para realizar proyectos en el ámbito de la vialidad de la provincia referentes al diseño, planeación, mantenimiento, seguridad, entre otros.

En la provincia de Loja a diferencia de otras provincias del país, actualmente no se cuenta con información historiada que permita determinar las características del volumen del tráfico existente en las vías de acceso a la ciudad, más aún con la eliminación del peaje en la vía Loja Catamayo, no se cuenta con datos reales con lo que se pueda determinar uno de los principales parámetros para el diseño vial y de estructuras de pavimento como es el TPDA, ya que únicamente se ha venido trabajando con proyecciones en función de la tasa de crecimiento del producto interno bruto, consumo de combustibles, número de vehículos matriculados, entre otros. Errores en la proyección del TPDA puede ser uno de los factores importantes para que el diseño de las vías no esté acorde a las necesidades y su vida útil se disminuya notablemente.

Si bien es cierto que los volúmenes de tránsito vehiculares son bastante dinámicos, es importante determinar sus variaciones, las cuales servirán para establecer tendencias representativas tanto para estudios posteriores así como para planeación de trabajos de mantenimiento, rehabilitación, control, etc.

Mediante el presente trabajo de fin de titulación se pretende aportar significativamente con parámetros de diseño confiables para las distintas obras viales que se lleven a cabo en la provincia de Loja.

### 1.3. Localización de la zona de estudio.

Al noroccidente de América del Sur se encuentra la República del Ecuador, un país que se divide político-administrativamente en 24 provincias, 221 cantones y 1228 parroquias, posee una extensión de 256 370 Km<sup>2</sup>. Al Sur del país se encuentra la ciudad de Loja en el valle de Cuxibamba a 2100 m.s.n.m. a 3°59' de latitud Sur y 79°12' de longitud oeste con una extensión de 11 027 km<sup>2</sup>, según el boletín climatológico anual 2013 del INAMHI el clima en la ciudad de Loja es templado-ecuatorial subhúmedo con una temperatura media normal anual de 16.4°C, una temperatura máxima media normal anual de 24.4°C, una temperatura mínima media normal anual de 7.4°C y una precipitación normal acumulada anual de 918.6 mm (INAMHI, 2014); las estaciones de conteo automático se ubicaron tal como se detalla en la Tabla 1.1. En ella se especifica las coordenadas de cada una de ellas en las rutas de estudio.

**Tabla 1.1 Coordenadas de estaciones de conteo vehicular en el sistema WGS84 zona 17 sur.**

Estaciones de Conteo Vehicular en el sistema WGS84 zona 17 Sur				
Ubicación	Coordenada Norte	Coordenada Este	Elevación (msnm)	Descripción
Vía Loja-Zamora	9558787	702889	2355	Estación 1. Carril Derecho
	9558869	702774	2355	Estación 2. Carril Izquierdo
Vía Loja-Catamayo	9561448	693882	2413	Estación 3. Carril derecho
	9561476	693907	2408	Estación 4. Carril Izquierdo

Fuente: El Autor



Figura 1.1 Imagen satelital de la ciudad de Loja y estaciones de estudio.

Fuente: Google Maps editado por el autor

## **CAPÍTULO 2**

## **2. Metodología.**

Para el desarrollo del presente proyecto se realizaron las siguientes etapas:

### **2.1. Recopilación de información y descripción de las vías existentes.**

Para poder efectuar un proyecto de infraestructura vial sostenible en el tiempo, es decir que cumpla su periodo de diseño sin presentar mayores inconvenientes, se deberá buscar durante el estudio el uso más eficiente de los recursos disponibles para obtener datos confiables que, a su vez, se traduzcan en alternativas de diseño técnica, económica, social y ambientalmente idóneas, la obtención de dicha confiabilidad depende de datos historizados de aforos vehiculares que ayuden a pronosticar adecuadamente el número de vehículos a servir durante el ciclo de vida del proyecto. De dicho conteo depende la cantidad de recursos que se deben invertir, así mismo para mejoramientos viales se debe investigar las características principales de la vía existente como longitud, accesos alternos, porcentaje de curvaturas, porcentaje de tramos rectos, estado actual, sección tipo de la calzada, pendiente media, etc.

#### **2.1.1. Definición del sector vial.**

El lugar objeto de estudio deberá ser localizado dentro de la geografía regional y nacional, para conocer sus principales actividades socioeconómicas e identificar qué tipo de aporte vehicular pueden brindar en sus principales corredores viales nacionales con la nomenclatura empleada por del ministerio de transporte y obras públicas.

#### **2.1.2. Recolección de antecedentes.**

Los datos por recolectar en esta etapa se refieren a estudios y diseños geométricos existentes, datos históricos de estaciones de aforo, estaciones de peaje, etc. Todos estos datos deberán ser considerados con la debida precaución, pues no siempre resultan fiables, se requiere una validación con el resto de información historizada que se logre obtener. Si esta última es abundante y confiable, su contribución será mucho más valiosa y precisa que la que se puede lograr a partir de observaciones y evaluaciones actuales, con la recolección de antecedentes se determina una definición preliminar del lugar de estudio.

## **2.2. Trabajo de campo.**

### **2.2.1. Recopilación de información vehicular mediante aforos .**

Se utilizan para determinar el número de vehículos que pasan por un punto dado en un tiempo determinado, dichas mediciones entregan información esencial para los estudios de gestión e inversiones en infraestructura de transporte, según la Norma Vial Ecuatoriana NEVI 2012 existen dos formas de medir el flujo en una sección de la vía: manual y automática:

- a. "Aforo Manual.- La contabilización manual se realiza en la vía por uno o más medidores que registran el total de vehículos que circulan por una sección de la vía o por una intersección. Este método es especialmente adecuado para mediciones de tráfico en periodos cortos, siendo posible realizar una clasificación final de los distintos tipos de vehículo y movimientos. La intensidad de flujo, la desagregación por movimientos y la tipología de vehículos son los principales factores que afectan la precisión del método manual, otro factor a considerar para obtener un buen resultado es la experiencia del equipo a cargo de la operación, supervisión y adiestramiento del personal que hace las mediciones. Un observador no debe contar más de 400 vehículos por hora para cualquier nivel de proyecto considerado. Para intensidades mayores, debe separarse la medición por movimiento, tipo de vehículo y/u otra forma como puede ser por carril. Si las mediciones serán utilizadas para efectos de simulación/modelación, la contabilización deberá ser totalizada a intervalos de 15 minutos, diferenciado por sentido de circulación o movimiento y por tipo de vehículo; en cambio si las mediciones serán utilizadas para calibrar relaciones flujo-velocidad, deben considerar intervalos inferiores, o a lo sumo iguales, a los (5) minutos de duración.
- b. Aforo Automático.- Este tipo de conteos se realiza mediante instrumentos que registran pulsos generados por algún sensor del paso de vehículos, así tenemos contadores de tubo neumático atravesado en el camino, contacto eléctrico, fotoeléctrico, radar, magnético, ultrasónico, infrarrojo, la duración del proceso depende de su objetivo: alimentar las bases de datos de carácter estratégico, para lo cual se utiliza instalaciones permanentes; recolectar información para un proyecto específico, para lo cual se habilitan instalaciones temporales. Las versiones más simples contabilizar el número de ejes totales que pasan por un punto de una vía, pudiendo también registrar el total de ejes que se presenten por sentido de circulación, este tipo de equipos acumula sus datos de tal forma que se agrupan de acuerdo al usuario por horas o periodos inferiores. Otras versiones más sofisticadas son clasificadores, de acuerdo a: dirección, longitud del



vehículo, rangos de velocidad, número de ejes por vehículo y distancia, entre ejes. Contadores de este tipo son los más adecuados para registrar flujos circulantes durante largos periodos de medición y caracterización de tránsito vehicular”. (NEVI, 2012)

#### 2.2.1.1. *Equipo de conteo de tráfico.*

El sistema de clasificación vehicular MetroCount 5600 almacena precisamente cada eje, y con el software de tráfico ejecutivo incluido, ofrece la clase, velocidad, y otros parámetros de vital importancia para estudios de clasificación vehicular.

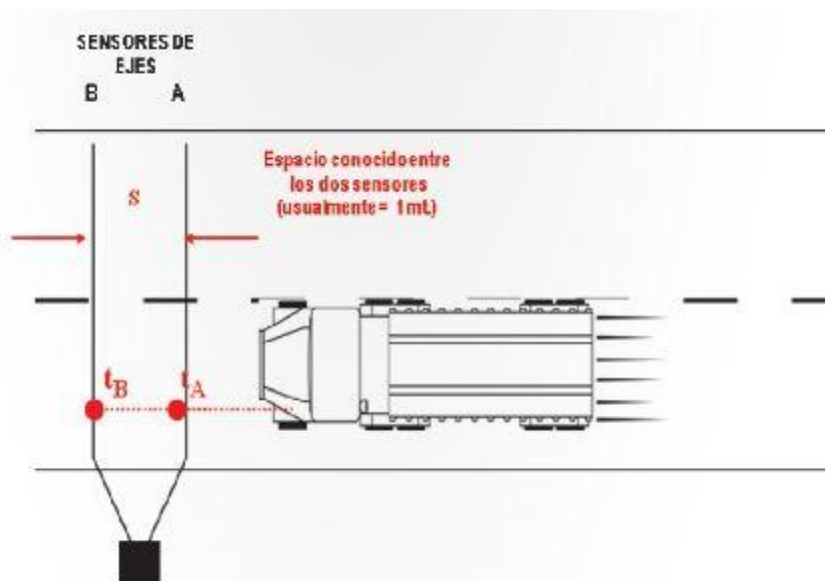


**Figura 2.1** Equipo clasificador de vehículos MetroCount 5600.

Fuente: Manual de usuario Equipo MetroCount 5600

#### a) Modo de Operación del sistema clasificador de vehículos MetroCount 5600.-

Es necesario realizar la instalación de dos sensores de ejes (mangueras de tubo) colocadas perpendicularmente al eje de la vía y separadas un metro de distancia entre ellas, los sensores se conectan al equipo, de tal manera que al pasar cada eje del vehículo registra un golpe en cada una de las mangueras (Figura 2.2.) con lo cual el sistema calcula los siguientes parámetros:



**Figura 2.2 Esquema de funcionamiento de equipo MetroCount 5600.**

Fuente: Manual de usuario Equipo MetroCount 5600

- ✚ Velocidad.- El sistema calcula la velocidad del vehículo aplicando la ecuación 2.1.

$$V = \frac{S}{\Delta t} \quad (2.1)$$

Dónde:

$V$  = Velocidad

$S$  = Distancia








$\Delta t$  = Tiempo






- ✚ El número de ejes y la distancia entre ellos.- Estos parámetros permiten conocer el tipo de vehículo registrando el tiempo de cada eje, con resolución de < un milisegundo, en función del número de ejes y la distancia entre ellos.

En la (Tabla 2.1) se detalla el sistema de clasificación ARX, el cuál es una modificación de AustRoads94, el presente proyecto utilizará éste sistema.



Tabla 2.1. Sistema Clasificador de Vehículos MetroCount 5600.

CLASIFICACIÓN VEHICULAR ARX							
Nivel 1	Nivel 2		Nivel 3	Clasificación ARX			
Longitud	Ejes y Grupos		Tipo de Vehículo				
Tipo	Ejes	Grupo	Descripción	Clase	Parámetros	Vehículo Dominante	
Corto hasta 5,5 m.	Vehículos Livianos						
	2	1 o 2	Muy Corto Bicicleta o Motocicleta	MC	1	$d(1) < 1,7\text{m}$ y ejes = 2	
	2	1 o 2	Corto Sedan, Vagón, 4WD, Cuadrón, Buseta, Bicicleta, Motocicleta, etc	SV	2	$d(1) \geq 1,7\text{m}$ , $d(1) \leq 3,2\text{m}$ ; y ejes = 2.	
Medio desde 5,50m hasta 14,50m.	3, 4 o 5	3	Remolque Corto, Trailer, Casa Rodante, Botesos Yates.	SVT	3	grupo = 3 $d(1) \geq 1,7\text{m}$ , $d(l) \leq 3,2\text{m}$ ; $d(2) \geq 2,1\text{m}$ y ejes = 3, 4, 5.	
	Vehículos Pesados						
	2	2	Camiones o Autobuses 2 ejes	TB2	4	$d(1) > 3,20\text{m}$ y ejes = 2	
	3	2	Camiones o Autobuses 3 ejes	TB3	5	ejes = 3 y grupo = 2	
	>3	2	Camiones 4 ejes	T4	6	ejes > 3 y grupo = 2	
Largo desde 11,50m hasta 19,0 m.	3	3	Vehículos Articulados con 3 ejes ó vehículo rígido y remolque	ART 3	7	$d(1) > 3,2\text{m}$ , ejes = 3 y grupo = 3	

	4	>2	Vehículos Articulados con 4 ejes ó vehículo rígido y remolque	ART 4	8	$d(2) < 2,1m$ o $d(1) < 2,1m$ o $d(1) > 3,2m$ , ejes = 4 y grupo > 2	
	5	>2	Vehículos Articulados con 5 ejes ó vehículo rígido y remolque	ART 5	9	$d(2) < 2,1m$ o $d(1) < 2,1m$ o $d(1) > 3,2m$ , ejes = 5 y grupo > 2	
	$\geq 6$	>2	Vehículos Articulados con 6 o más ejes ó vehículo rígido y remolque	ART 6	10	ejes = 6 y grupo > 2 o ejes > 6 y grupo = 3	
Medio y Largo combinación más de 17,50m.	>6	4	Doble B, doble B, Camión pesado y Remolque.	BD	11	grupo = 4 y ejes > 6	
	>6	$\geq 5$	Tren doble o triple, Camión pesado y dos remolques	DRT	12	grupo = 5 o 6 y ejes > 6	
Clases No Agrupadas							
			vehículo sin Clasificación		13		

Fuente: Manual de usuario Equipo MetroCount 5600

Elaborado por: El autor

✚ Instalación de Equipo.- Para realizar la instalación del equipo contabilizador se deben seguir los siguientes pasos:

- Fundir una base de hormigón en la que se encuentre embebida una placa de acero con pernos vistos de sujeción, para posteriormente colocar y asegurar una caja de acero galvanizado que servirá de protección para el equipo de clasificación vehicular.
- Instalar perpendicularmente al eje de la vía las mangueras de tubo, en un solo carril ó en toda la calzada de la misma, separando las mangueras entre sí un metro de distancia.
- Asegurar las mangueras de tubo a la calzada de tal manera que el flujo vehicular no las mueva, alterando la distancia entre dispositivos ni desconectando totalmente los mismos.

- Conectar las mangueras al contador vehicular de tal manera que se identifique en cuál de los dos conductos se realizará el primer pulso, en función del sentido de carril.
- Para la inicialización del contador se requiere conectar el computador al equipo, luego se identifican parámetros como vía en análisis, carril de circulación, sentido de circulación, y posteriormente se da la inicialización de conteo.
- Realizar descargas de datos semanalmente o conforme requiera el usuario.

#### 2.2.1.2. *Consideraciones generales en aforos volumétricos.*

- a. Con el objeto de obtener datos representativos del comportamiento del flujo en el período que se quiere caracterizar es de suma importancia seleccionar adecuadamente las fechas de medición, así como la ubicación de los equipos. Esto significa que es necesario evitar medir en condiciones extremas atípicas (temporada de carnaval, fin de año, navidad y otras fechas de alto flujo vehicular que no son comunes en el tránsito diario), a menos que se desarrolle un análisis continuo;
- b. Analizar el comportamiento del flujo de tráfico para realizar una correcta ubicación de las estaciones de conteo de forma tal de obtener datos representativos del comportamiento del flujo en el periodo que se quiere caracterizar;
- c. Para conteos manuales los formularios deben ser diseñados de forma, que faciliten la lectura-escrita de la información; en especial, toda la información que deba ser recogida en forma simultánea debe poder registrarse en una misma página;
- d. El flujo vehicular por tipología y periodo, adoptado para efectos de simulación y evaluación, será el promedio horario de las mediciones efectuadas.

#### 2.2.2. **Datos obtenidos en la fase de campo.**

De la fase de campo se obtendrán los siguientes datos:

- ✚ Localización geográfica regional de las vías en análisis, así como identificar el tipo de aporte vehicular que se puede generar en sus principales corredores con la nomenclatura vial del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

- ✚ Recolección de antecedentes, en cuanto se refiere a estudios y diseños geométricos existentes, datos históricos de estaciones de aforo, estaciones de peaje y matriculación vehicular.
- ✚ Tráfico diario determinado con aforos vehiculares, se determinará el número de vehículos que pasan por un punto dado en un tiempo determinado, y la composición vehicular en dicho conteo.

## **2.3. Trabajo de gabinete.**

### ***2.3.1. Tamaño muestral.***

El desarrollo de estudios de aforos volumétricos de tránsito se realizan con el objeto de obtener información relacionada al movimiento de vehículos en puntos o secciones específicas dentro de una red vial, de su conocimiento y su confiabilidad depende la calidad de servicio prestado a los usuarios, en base a las estimaciones que de aquí se consideren.

Los volúmenes de tránsito siempre deben ser considerados como dinámicos debido a que solamente son precisos para el periodo de duración de los aforos, sin embargo las variaciones que se presentan son rítmicas y repetitivas, por lo que se debe conocer las características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar con volúmenes de otro tiempo y lugar.

Para controlar el comportamiento de cualquier fenómeno o suceso y obtener una caracterización real de una vía se debe analizar todo su universo. Sin embargo no siempre es posible realizar aforos durante los 365 días del año, debido al costo que esto representa, en este caso el valor del tránsito promedio diario semanal (TPDS) se podrá asumir como representativo del tránsito promedio diario anual (TPDA) según la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras de Colombia año 2011. Para expandir los valores de (TPDS) a (TPDA) es necesario aplicar técnicas estadísticas considerando muestras de datos sujetas a las mismas técnicas de análisis, esto posibilita la generalización del comportamiento de una población, siempre que se haga un análisis previo de la variabilidad de ellas para poder afirmar, con cierto nivel de confiabilidad, que sus resultados pueden ser aplicados a otras muestras o al universo de la población. Mediante este principio y

con ciertas limitaciones, los volúmenes de TPDS (media muestral) pueden ser utilizados para estimar un rango dentro del cual se puede encontrar el TPDA (media poblacional). Este último valor, por su carácter universal, permite un mejor conocimiento del comportamiento del tránsito.

### **2.3.2. Caracterización de tráfico .**

La caracterización de tránsito consiste en determinar el número y tipo de vehículos que circulan por un punto determinado, en un intervalo de tiempo conocido, obteniendo de esta forma la distribución y composición de tráfico de una determinada vía, dicha información dependerá del desarrollo económico y social de los sectores aledaños al proyecto.

#### *2.3.2.1. Distribución y composición del volumen de tránsito.*

La distribución y composición de volúmenes de tránsito por carriles se analiza mediante análisis estadísticos tanto cuantitativos como cualitativos. La distribución de los volúmenes de tránsito por carriles es de suma importancia ya que se considera, tanto en el proyecto como durante la operación de calles y carreteras. En los estudios de volúmenes de tránsito es muy útil conocer la composición y variación de los distintos tipos de vehículos. La composición vehicular se mide en términos de porcentajes sobre el volumen total. Por ejemplo porcentaje de automóviles, camiones pequeños y camiones grandes, estos valores dependen del grado de desarrollo del país, el grado de motorización nacional, el tipo de carretera, la hora del día y el día de la semana.

#### *2.3.2.2. Variación del volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda*

Es importante conocer la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de máxima demanda, ya que para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana, esto permitirá realizar controles de tránsito, análisis de descarga de flujo en estas horas.

Una característica importante del volumen horario de máxima demanda es que a excepción que posea una distribución uniforme, esto no significa necesariamente que el flujo vaya a ser constante durante toda la hora sino que dentro de la misma existen periodos cortos de mayor

tasa de flujo y variaciones durante la misma hora, se denomina “factor de hora de máxima demanda (FHMD), a la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD), y el flujo máximo,  $q_{max}$ , que se presente durante un periodo dado de la misma hora” (Navarro, 2008) El FHMD viene dado por la expresión:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{máx})} \quad (2.2)$$

Dónde:

N = Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Se pueden considerar periodos de 5, 10 y 15 minutos, utilizándose éste último como mayor frecuencia se obtendría la siguiente expresión:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(q_{máx})} \quad (2.3)$$

La ecuación para periodos de 5 minutos, el factor de la hora de máxima demanda es:

$$FHMD = \frac{VHMD}{12(q_{máx})} \quad (2.4)$$

El factor de la hora de máxima demanda representa las características del flujo de tránsito en periodos máximos, así como también la distribución de los flujos máximos para cada hora, el máximo posible de alcanzar sería la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora, mientras que valores bastante menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora.

### 2.3.2.3. Tasa de Flujo en la hora de máxima demanda.

Se denomina tasa de flujo ( $q$ ) al número de vehículos ( $N$ ), que pasa por un punto de una vía en un período de tiempo determinado ( $T$ ); sus unidades son vehículos/hora, dicho intervalo debe ser inferior a una hora, es decir en minutos. Sin embargo, la tasa de flujo podría ser representada en vehículos por hora.

$$q = \frac{N}{T} \quad (2.5)$$

Donde:

N= Número de Vehículos

T = Intervalo de tiempo específico

#### 2.3.2.4. Variación horaria del volumen de tránsito.

Las variaciones de volúmenes de tránsito se dan a lo largo de las horas del mismo día, dependen del tipo de ruta, y de las actividades de los lugares de origen y destino, siendo estas turísticas, agrícolas, comerciales etc.

#### 2.3.2.5. Variación diaria del volumen de tránsito.

Un factor muy importante a considerar en las variaciones de flujo vehicular son los días de la semana, cada día tiene sus propias características de flujo, en especial si son fines de semana, días laborables o de vacaciones, por ende es de suma importancia determinar la variación diaria del volumen de tránsito.

### 2.3.3. Tráfico promedio diario anual (TPDA).

Las técnicas estadísticas aplicadas a la Ingeniería de Tránsito permiten expandir los valores de tránsito promedio diario semanal (TPDS) a valores de tránsito promedio diario anual (TPDA), considerando que muestras de datos sujetas a las mismas técnicas de análisis, posibilitan la generalización del comportamiento de una población, siempre que se haga un análisis previo de la variabilidad de ellas para poder afirmar, con cierto nivel de confiabilidad, que sus resultados pueden ser aplicados a otras muestras o al universo de la población.

“Mediante este principio y con ciertas limitaciones, los volúmenes de TPDS (media muestral) pueden ser utilizados para estimar un rango dentro del cual se puede encontrar el TPDA (media poblacional). Este último valor, por su carácter universal, permite un mejor conocimiento del comportamiento del tránsito. De acuerdo a la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del Instituto Nacional de Vías de Colombia la expresión por aplicar es la siguiente”: (INVIAS, 2008)

$$TPDA = TPDS \pm Z_c \frac{S}{\sqrt{n}} \left[ \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right] \quad (2.6)$$

Dónde:  $Z_c$ : Valor crítico o coeficiente de confianza, dependiente del nivel de confianza deseado. Para una distribución normal y un

nivel de confianza de 90%,  $Z_c = 1.64$ . Si el nivel de confianza se aumenta a 95%,  $Z_c = 1.96$ .

n: Tamaño de la muestra (7 días).

N: Tamaño de la población (número de días del año).

S: Desviación estándar de la muestra.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (TDI - TPDS)^2}{n - 1}} \quad (2.7)$$

Dónde:

TDI: Volumen de tránsito del día "i".

TPDS: Tráfico Promedio Diario Semanal

n: Tamaño de la muestra (7 días).

#### **2.3.4. Volúmenes de tránsito futuro.**

##### *2.3.4.1. Consideraciones para el pronóstico del volumen de tránsito futuro*

Para determinar las tasas de crecimiento anual del tránsito promedio diario se aplica la metodología planteada por la Norma Ecuatoriana de Vialidad (NEVI-12) en su volumen 2A, específicamente en su literal 2ª.203.8.6 Proyecciones, en donde menciona que se debe realizar lo siguiente:

- “Especificar el primer año de operación del proyecto, es decir el año base de la modelación, éste año es considerado el primer año en el que la vía en análisis empieza a operar funcionalmente (una vez construida).
- Establecer escenarios de crecimiento, de acuerdo a la información historizada se deberán aplicar proyecciones mediante modelos matemáticos, con lo cual se determinará la evolución más probable o tendencial de las variables, considerando escenarios de proyección medio o tendencial, el cual se deriva de valores medios obtenidos en los modelos de predicción.
- Determinar de acuerdo al TPDA el periodo de diseño que se empleará para la proyección de tráfico”. (NEVI, 2012)



#### 2.3.4.2. Cálculo de correlación de variables.

Para la definición de las tasas de crecimiento del tráfico, se parte de la definición de variables que intervendrán en el proceso de determinación de las tasas de crecimiento.

Para el caso de estudios de tráfico se suele contar con registros históricos del TPDA de las estaciones de conteos volumétricos (no se pudo obtener registros para éste proyecto), otra variable muy importante es la estadística de transporte de vehículos matriculados por provincias del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), que es un dato que identifica el comportamiento automotor que por consiguiente se puede vincular con el crecimiento del tráfico.

Estas variables son sometidas a un estudio estadístico de correlación de variables, para determinar el grado de correlación entre ellas, de forma que se establezca su crecimiento con los diferentes tipos de tráfico a los cuales se deben de realizar proyecciones.

La correlación lineal se puede explicar con la pendiente de la recta estimada y de esta forma nos podemos dar cuenta que también existe el caso en el que al crecer la variable independiente decrezca la variable dependiente, en aquellos casos cuya pendiente sea cero podremos decir que no existe correlación.

Así en estadística podremos calcular la correlación para datos no agrupados con la siguiente formula:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i * \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}} \quad (2.13)$$

Dónde:

r = coeficiente de correlación

n = número de pares ordenados

x = variable independiente

y = variable dependiente

Una vez que se ha determinado que existe correlación entre las variables se establece el modelo matemático a seguir para obtener proyecciones en años futuros, así como la tasa de crecimiento para cada año y para cada tipo de vehículo.

#### 2.3.4.3. Cálculo de modelo matemático.

Para poder determinar las tasas de crecimiento para cada año de la proyección se requiere encontrar un modelo matemático a seguir basado en los registros de vehículos matriculados, para ello se consideran datos configurados en pares ordenados que tienen componentes asociados a la variable X y Y, con éstos datos se realizará la aplicación del método estadístico denominado Regresión Lineal para encontrar un modelo de tendencia anual.

##### 2.3.4.3.1. Regresión lineal.

Herramienta que permite predecir el comportamiento de una variable Y respecto de una X mediante la ecuación de la línea recta.

$$y = ax + b \quad (2.8)$$

Dónde:

a: Pendiente o el grado de inclinación de la recta.

b: El intercepto con el eje de las ordenadas (y).

A continuación se presenta el método de los mínimos cuadrados:

*Método de los Mínimos Cuadrados.*

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i * \sum y_i}{n \sum (x_i)^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2.11)$$

$$b = \frac{\sum x_i \sum x_i y_i - \sum y_i * \sum (x_i)^2}{(\sum x_i)^2 - n \sum (x_i)^2} \quad (2.12)$$

Dónde:

n: Número de datos de la muestra.

x<sub>i</sub> = variable independiente

y<sub>i</sub> = variable dependiente

De éste análisis se obtienen modelos matemáticos para vehículos livianos, camiones pequeños y camiones pesados respectivamente que servirán de base para proyectar los vehículos de

cada tipo para todo el parque automotor y posteriormente aplicar un método estadístico de cálculo de tasas de crecimiento poblacional, con las cuales se proyectará el TPDA.

#### 2.3.4.4. *Cálculo de las tasas de crecimiento.*

Para obtener las tasas de crecimiento primero se proyecta los vehículos matriculados para cada año requerido aplicando los modelos matemáticos antes descritos, una vez que se obtiene el número de vehículos para cada año y para cada tipo se procede a determinar las tasas de crecimiento por el método geométrico a ser aplicadas en el presente estudio.

##### 2.3.4.4.1. *Método geométrico.*

Mediante este método, se asume que el crecimiento de la población es proporcional al tamaño de ésta. En este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el usado para el método aritmético, con la siguiente fórmula se calcula la población futura:

$$Pf = Pa * (1 + r)^n \quad (2.14)$$

Dónde:

Pf: Población Futura (veh).

Pa: Población actual (veh).

n: Período de diseño (años).

r: tasa de crecimiento anual %

## **CAPÍTULO 3**

### 3. Resultados obtenidos.

#### 3.1. Trabajo de campo.

##### 3.1.1. Descripción de las vías existentes.

###### 3.1.1.1. Red vial estatal.

Ecuador cuenta con 12 vías primarias, o corredores arteriales, que comprenden un 66% de la longitud total de la Red Vial Estatal, el 33% restante está comprendido por 43 vías secundarias o colectoras las mismas que se muestran en las Tablas 3.1 y 3.2.

**Tabla 3.1 Nomenclatura de Vías Primarias o Corredores Arteriales de la Red Vial Estatal.**

<b>VÍAS PRIMARIAS DE LA RED VIAL ESTATAL</b>		
<b>NOMENCLATURA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>SÍMBOLO GRÁFICO</b>
E5	vía Troncal Insular	Tortuga
E15	vía Troncal del Pacífico	Delfín
E25	vía Troncal de la Costa	Mariposa
E25A	vía Troncal de la Costa Alternativa	
E35	vía Troncal de la Sierra	Cóndor
E45	vía Troncal Amazónica	Tucán
E45A	vía Troncal Amazónica Alternativa	
E10	vía Transversal Fronteriza	Jaguar
E20	vía Transversal Norte	Mono
E30	vía Transversal Central	Papagayo
E40	vía Transversal Austral	Colibrí
E50	vía Transversal Sur	Oso Hormiguero

Fuente: (MTOP, Página oficial del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2014).

Elaborado por: El autor

**Tabla 3.2 Nomenclatura de vías secundarias o colectoras de la red vial estatal.**

<b>VÍAS SECUNDARIAS O COLECTORAS DE LA RED VIAL ESTATAL</b>	
<b>NOMENCLATURA</b>	<b>NOMBRE</b>
E28	vía Colectora Quito-La Independencia
E28A	vía Colectora Quito-Tambillo
E28B	vía Colectora Quito-Cayambe

E28C	vía Colectora Quito-Pifo
E38	vía Colectora Santo Domingo-Rocafuerte
E39	vía Colectora Rocafuerte-El Rodeo
E46	vía Colectora Guamote-Macas
E47	vía Colectora Triunfo-Alausí
E48	vía Colectora Guayaquil-El Empalme
E49	vía Colectora Durán-T de Milagro
E49A	vía Colectora Durán-km 27
E58	vía Colectora La Troncal-Puerto Inca
E59	vía Colectora Cumbe-Y de Corralitos
E68	vía Colectora Alamor-El Empalme
E69	vía Colectora Catamayo-Macará
E182	vía Colectora Maldonado-Tulcán
E282	vía Colectora Tabacundo-Cajas
E381	vía Colectora El Salto-Muisne
E382	vía Colectora T del Carmen-Pedernales
E383A	vía Colectora Y de San Antonio-San Vicente
E383	vía Colectora Y de San Antonio-Bahía de Caráquez
E384	vía Colectora Chone-Pimpiguasí
E482	vía Colectora Montecristi-Nobol
E482A	vía Colectora Guayabal-Lapila
E483	vía Colectora Jipijapa-Puerto Cayo
E484	vía Colectora Palestina-San Juan
E485	vía Colectora Daule-T de Baba
E486	vía Colectora Aurora-T de Salitre
E487	vía Colectora La Unión-T del Triunfo
E488	vía Colectora Milagro-Bucay
E489	vía Colectora Progreso-Posorja
E490	vía Colectora Riobamba-T de Baños
E491	vía Colectora Babahoyo-Ambato
E492	vía Colectora Guaranda-Chimborazo
E493	vía Colectora Acceso Norte de Ambato
E493A	vía Colectora Acceso Central de Ambato
E493B	vía Colectora Acceso Sur de Ambato
E582	vía Colectora Cuenca-Puerto Inca
E583	vía Colectora Puerto Bolívar-Y del Cambio
E584	vía Colectora Pasaje-Y del Enano
E585	vía Colectora Y de Pasaje-Piñas-Y de Zaracay
E594	vía Colectora Gualaceo-Gualaquiza
E682	vía Colectora Loja-La Balsa

Fuente: (MTOP, Página oficial del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2014).

Elaborado por: El autor

### 3.1.1.2. *Red vial del área a intervenir.*

La ciudad de Loja es el punto de paso de varias vías tanto arteriales como colectoras de la red vial, en la Figura 3.1 se presenta el diagrama de flujo y conectividad vehicular para el cantón Loja, en el que se muestra la red vial estatal de los principales corredores viales internacional, nacional e interprovincial con la nomenclatura del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

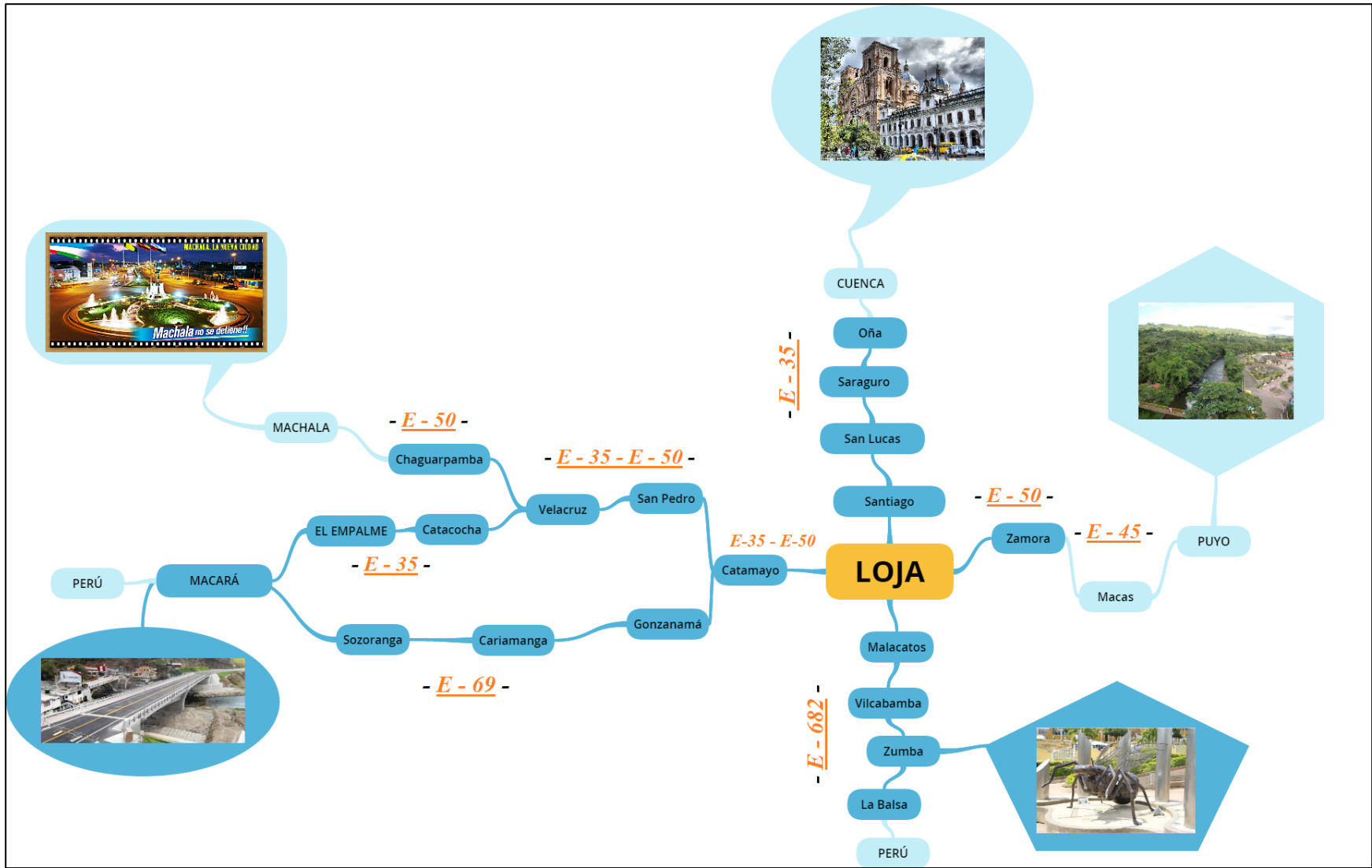


Figura 3.1 Diagrama de la red vial en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe.  
 Fuente: El autor



3.1.1.3. Población servida por las vías en estudio.

La zona de estudio se encuentra comprendida entre los cantones de Loja, Catamayo pertenecientes a la Provincia de Loja y el Cantón Zamora cabecera provincial de la Provincia de Zamora Chinchipe.

De acuerdo al último censo de población y vivienda realizado por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos realizado en el año 2010, en la Tabla 3.3 se presenta el detalle poblacional del área a intervenir, el resaltado azul representa las parroquias beneficiadas por estas vías.

Tabla 3.3 Población por área según provincia, cantón, parroquia.

POBLACIÓN POR ÁREA SEGÚN PROVINCIA, CANTÓN, PARROQUIA CENSO 2010					
PROVINCIA	CANTÓN	Nombre de la Parroquia	Área		
			URBANO	RURAL	Total
LOJA	CALVAS	CARIAMANGA	13,311	7,990	21,301
		COLAISACA	-	1,854	1,854
		EL LUCERO	-	2,025	2,025
		SANGILLIN	-	1,668	1,668
		UTUANA	-	1,337	1,337
		<b>Total</b>	13,311	14,874	28,185
		CATAMAYO	CATAMAYO (LA TOMA)	22,697	758
	EL TAMBO		-	4,630	4,630
	GUAYQUICHUMA		-	383	383
	SAN PEDRO DE LA BENDITA		-	1,590	1,590
	ZAMBI		-	580	580
	<b>Total</b>		22,697	7,941	30,638
	CELICA		CELICA	4,400	2,923
		CRUZPAMBA	-	1,094	1,094
		POZUL (SAN JUAN DE POZUL)	-	3,035	3,035
		SABANILLA	-	2,443	2,443
		TNTE. MAXIMILIANO RODRIG	-	573	573
		<b>Total</b>	4,400	10,068	14,468
		CHAGUARPAMBA	AMARILLOS	-	663
	BUENAVISTA		-	1,214	1,214
	CHAGUARPAMBA		1,090	2,489	3,579
	EL ROSARIO		-	495	495
	SANTA RUFINA		-	1,210	1,210
	<b>Total</b>		1,090	6,071	7,161

ESPINDOLA		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
	27 DE ABRIL	-	2,086	2,086
	AMALUZA	1,565	1,873	3,438
	BELLAVISTA	-	2,335	2,335
	EL AIRO	-	997	997
	EL INGENIO	-	1,871	1,871
	JIMBURA	-	2,316	2,316
	SANTA TERESITA	-	1,756	1,756
	<b>Total</b>	1,565	13,234	14,799
GONZANAMA		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
	CHANGAIMINA (LA LIBERTAD)	-	2,751	2,751
	GONZANAMA	1,412	1,109	2,521
	NAMBACOLA	-	4,520	4,520
	PURUNUMA (EGUIGUREN)	-	756	756
	SACAPALCA	-	2,168	2,168
	<b>Total</b>	1,412	11,304	12,716
LOJA		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
	CHANTACO	-	1,177	1,177
	CHUQUIRIBAMBA	-	2,466	2,466
	EL CISNE	-	1,628	1,628
	GUALEL	-	2,060	2,060
	JIMBILLA	-	1,114	1,114
	LOJA	170,280	10,337	180,617
	MALACATOS (VALLADOLID)	-	7,114	7,114
	QUINARA	-	1,384	1,384
	SAN LUCAS	-	4,673	4,673
	SAN PEDRO DE VILCABAMBA	-	1,289	1,289
	SANTIAGO	-	1,373	1,373
	TAQUIL (MIGUEL RIOFRIO)	-	3,663	3,663
	VILCABAMBA (VICTORIA)	-	4,778	4,778
	YANGANA (ARSENIO CASTILLO)	-	1,519	1,519
<b>Total</b>	170,280	44,575	214,855	
MACARA		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
	LA VICTORIA	-	1,557	1,557
	LARAMA	-	1,080	1,080
	MACARA	12,587	3,143	15,730
	SABIANGO (LA CAPILLA)	-	651	651
<b>Total</b>	12,587	6,431	19,018	
OLMEDO		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
	LA TINGUE	-	668	668
	OLMEDO	622	3,580	4,202
<b>Total</b>	622	4,248	4,870	
PALTAS		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
	CANGONAMA	-	1,271	1,271
	CASANGA	-	1,805	1,805
	CATACOCCHA	6,617	5,585	12,202
<b>Total</b>	-	2,602	2,602	

	LAURO GUERRERO	-	1,825	1,825
	ORIANGA	-	1,763	1,763
	SAN ANTONIO	-	1,091	1,091
	YAMANA	-	1,242	1,242
	<b>Total</b>	<b>6,617</b>	<b>17,184</b>	<b>23,801</b>
PINDAL		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
	12 DE DICIEMBRE	-	1,891	1,891
	CHAQUINAL	-	1,089	1,089
	PINDAL	1,828	3,837	5,665
	<b>Total</b>	<b>1,828</b>	<b>6,817</b>	<b>8,645</b>
PUYANGO		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
	ALAMOR	4,491	3,805	8,296
	CIANO	-	1,426	1,426
	EL ARENAL	-	981	981
	EL LIMO (MARIANA DE JESUS)	-	2,370	2,370
	MERCADILLO	-	1,174	1,174
	VICENTINO	-	1,266	1,266
	<b>Total</b>	<b>4,491</b>	<b>11,022</b>	<b>15,513</b>
QUILANGA		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
	FUNDOCHAMBA	-	353	353
	QUILANGA	880	1,841	2,721
	SAN ANTONIO DE LAS ARADAS	-	1,263	1,263
	<b>Total</b>	<b>880</b>	<b>3,457</b>	<b>4,337</b>
SARAGURO		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
	EL PARAISO DE CELEN	-	2,757	2,757
	EL TABLON	-	917	917
	LLUZHAPA	-	1,705	1,705
	MANU	-	2,668	2,668
	SAN ANTONIO DE QUMBE	-	1,146	1,146
	SAN PABLO DE TENTA	-	3,676	3,676
	SAN SEBASTIAN DE YULUC	-	982	982
	SARAGURO	4,031	5,014	9,045
	SELVA ALEGRE	-	1,927	1,927
	SUMAYPAMBA	-	1,594	1,594
	URDANETA (PAQUISHAPA)	-	3,766	3,766
	<b>Total</b>	<b>4,031</b>	<b>26,152</b>	<b>30,183</b>
SOZORANGA		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
	NUEVA FATIMA	-	903	903
	SOZORANGA	923	2,838	3,761
	TACAMOROS	-	2,801	2,801
	<b>Total</b>	<b>923</b>	<b>6,542</b>	<b>7,465</b>
ZAPOTILLO		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
	BOLASPAMBA	-	1,086	1,086
	CAZADEROS	-	1,172	1,172
	GARZAREAL	-	1,782	1,782
	LIMONES	-	1,410	1,410
	PALETILLAS	-	2,631	2,631

		ZAPOTILLO	2,437	1,794	4,231
		<b>Total</b>	2,437	9,875	12,312
	<b>Total Provincial</b>		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
		<b>Total</b>	249,171	199,795	448,966
Zamora Chinchipe	CENTINELA DEL CONDOR		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
		ZUMBI	2,233	4,246	6,479
		<b>Total</b>	2,233	4,246	6,479
	CHINCHIPE		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
		CHITO	-	1,230	1,230
		EL CHORRO	-	216	216
		LA CHONTA	-	261	261
		PUCAPAMBA	-	118	118
		SAN ANDRES	-	416	416
		ZUMBA	3,163	3,715	6,878
		<b>Total</b>	3,163	5,956	9,119
	EL PANGUI		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
		EL GUISMI	-	1,604	1,604
		EL PANGUI	3,084	1,904	4,988
		PACHICUTZA	-	1,290	1,290
		TUNDAYME	-	737	737
	<b>Total</b>	3,084	5,535	8,619	
	NANGARITZA		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
		GUAYZIMI	1,771	827	2,598
		NUEVO PARAISO	-	594	594
		ZURMI	-	2,004	2,004
	<b>Total</b>	1,771	3,425	5,196	
	PALANDA		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
		EL PORVENIR DEL CARMEN	-	1,484	1,484
		LA CANELA	-	355	355
		PALANDA	1,999	1,702	3,701
		SAN FRANCISCO DE VERGEL	-	1,318	1,318
VALLADOLID		-	1,231	1,231	
<b>Total</b>	1,999	6,090	8,089		
PAQUISHA		URBANO	RURAL	<b>Total</b>	
	BELLAVISTA	-	301	301	
	NUEVO QUITO	-	2,101	2,101	
	PAQUISHA	1,003	449	1,452	
<b>Total</b>	1,003	2,851	3,854		
YACUAMBI		URBANO	RURAL	<b>Total</b>	
	28 DE MAYO	1,325	1,828	3,153	
	LA PAZ	-	2,043	2,043	
	TUTUPALI	-	639	639	
<b>Total</b>	1,325	4,510	5,835		
YANTZAZA		URBANO	RURAL	<b>Total</b>	
	CHICAÑA	-	2,661	2,661	
	LOS ENCUENTROS	-	3,658	3,658	

		YANZATZA	9,199	3,157	12,356
		<b>Total</b>	9,199	9,476	18,675
	<b>ZAMORA</b>		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
		CUMBARATZA	-	4,416	4,416
		GUADALUPE	-	2,857	2,857
		IMBANA	-	1,126	1,126
		SABANILLA	-	584	584
		SAN CARLOS DE LAS MINAS	-	2,180	2,180
		TIMBARA	-	960	960
		ZAMORA	12,386	1,001	13,387
		<b>Total</b>	12,386	13,124	25,510
	<b>Total Provincial</b>		URBANO	RURAL	<b>Total</b>
		<b>Total</b>	36,163	55,213	91,376

Fuente: Censo de Población y Vivienda (CPV-2010) (INEC, 2010)

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)

Elaborado por: Unidad de Procesamiento de la Dirección de Estudios Analíticos Estadísticos (DESAE-INEC).

✚ Un resumen de la Tabla 3.3 se presenta en la Tabla 3.4.

**Tabla 3.4 Población específica en zona de estudio.**

<b>POBLACIÓN ESPECÍFICA EN ZONA DE ESTUDIO</b>			
<b>CANTÓN</b>	<b>Área</b>		
	<b>URBANO</b>	<b>RURAL</b>	<b>Total</b>
LOJA	170,280	44,575	214,855
CATAMAYO	22,697	7,941	30,638
ZAMORA	12,386	13,124	25,510

Fuente: Censo de Población y Vivienda (CPV-2010)

#### **3.1.1.4. Estado del arte vía Loja Catamayo.**

La provincia de Loja tiene una población de 448.966 habitantes distribuidas en sus 16 cantones tal y como se muestra en la Tabla 3.3, el cantón Loja cuenta con 214.855 habitantes, mientras que el cantón Catamayo 30.638, todas servidas por la vía Loja-Catamayo, una vía de primer orden compuesta por dos denominaciones del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, la vía Troncal de la Sierra (E-35) y la vía Transversal Sur (E-50) (E-35 – E -50).

El 17 de agosto del 2012 se contrataron los estudios para la ampliación a 4 carriles de la carretera Loja-Catamayo incluye acceso al aeropuerto, esto permitirá incrementar las posibilidades turísticas, de agricultura, comercio, ganadería, etc.

Actualmente ésta vía cuenta con 36 kilómetros de pavimento flexible, un ancho de calzada de 7.30 m, divididos en dos carriles de 3.65 m cada uno, espaldones de 0,60 m y cunetas de hormigón simple de 0,60 m de ancho.

#### **3.1.1.5. Estado del arte vía Loja Zamora.**

Como se puede observar en el capítulo 3.1.1.2. Red Vial del área a intervenir las provincias de Loja y Zamora cuentan con una vía de primer orden denominada vía Transversal Sur (E-50), ésta vía se encuentra totalmente habilitada dado que fue intervenida por el gobierno nacional con una inversión de \$ 28'666.180,31 USD para su rehabilitación, ésta vía se inauguró el 10 de noviembre del 2012.

El cantón de Zamora tal como se muestra en la Tabla 3.4, cuenta con 25.510 personas, mientras que su provincia 91.376, ésta vía permite potenciar las actividades del sector en el ámbito turístico, agricultura, comercio, ganadería, apicultura, minería, etc.

La vía está construida en una longitud de 60,7 kilómetros, en pavimento rígido con un espesor de 22 cm, una sub-base de 20 cm, un ancho de calzada de 7,30 m, dos carriles cada uno de 3.65 m, espaldones de 0,60 m y cunetas de hormigón simple de 0,60 m.

#### **3.1.2. Antecedentes de tráfico promedio diario anual.**

No se pudo recabar información de la estación de Peaje de la vía Loja-Catamayo debido a que no existen datos digitalizados, en la Tabla 3.5, se presenta una estimación de tráfico promedio diario anual del año 2004 presentado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas,

**Tabla 3.5 Estimación de tráfico promedio diario anual 2004.**

<b>SISTEMA DE INVENTARIO VIAL</b>						
Estimación Tráfico Promedio Diario Anual 2004						
DESCRIPCIÓN	Ruta	Longitud	Liviano	Bus	Pesados	Total
ALAMOR - LIMITE LOJA/EL ORO	E25	29,45	570	79	117	766
ALAMOR – PINDAL	E25	20,45	352	49	72	473
PINDAL (ZONA URBANA)	E25	0,63	352	49	72	473
PINDAL ENTR VIA PINDAL – SABANILLA	E25	11,50	269	37	55	361
ENTR PINDAL-SABANILLA-Y VIA MACARÁ-ZAPOTILLO	E25	18,85	119	17	25	161
"Y" VIA MACARÁ-ZAPOTILLO	E25	14,50	119	17	25	161
ZAPOTILLO-LALAMOR	E25	21,70	119	17	25	161
LIMIT AZUAY/LOJA-PARROQUIA EL TABLÓN	E35	1,84	1397	194	286	1877
PARROQUIA EL TABLÓN-"Y" URDANETA	E35	25,25	1397	194	286	1877
"Y" ENTRADA A URDANETA - "Y" DE ENTRADA A SARAGURO	E35	9,05	1397	194	286	1877
ZONA URBANA DE SARAGURO	E35	1,21	1398	195	286	1879
SARAGURO-SAN LUCAS	E35	19,90	1398	195	286	1879
SAN LUCAS-ENTRADA A PARROQUIA SANTIAGO	E35	13,80	1398	195	286	1879
ENTRADA A PARROQUIA SANTIAGO-LOJA	E35	33,50	1402	195	288	1885
LOJA-CATAMAYO	E35-E50	30,89	2053	285	421	2759
SAN PEDRO LA BENDITA-CATAMAYO	E35-E50	11,75	848	118	174	1140
LAS CHINCHAS-SAN PEDRO LA BENDITA	E35-E50	12,00	848	118	174	1140
VELACRUZ-LAS CHINCHAS	E35-E50	16,05	848	118	174	1140
VELACRUZ-CATACOCOA	E35	18,00	482	67	98	647
CATACOCOA-KM 32 A MACARÁ	E35	1,30	482	67	98	647
KM 32 VÍA A MACARÁ "Y" A ALAMOR/MACARÁ	E35	49,00	464	65	95	624
"Y" A ALAMOR/MACARÁ-PARROQUIA LARAMA	E35	20,24	688	96	142	926
PARROQUIA LARAMA-PUENTE INTERNACIONAL	E35	19,26	688	96	142	926
LIMITE EL ORO/LOJA-Y DE ENTRADA A CHAGUARPAMBA	E50	31,98	428	60	87	575
VELACRUZ "Y" DE ENTRADA A CHAGUARPAMBA	E50	31,50	436	61	89	586
ZONA URBANA DE LOJA	E50	0,92	4138	576	849	5563
LOJA-LIMITE LOJA/ZAMORA CHINCHIPE	E50	13,55	686	96	140	922
MERCADILLO-ALAMOR	E68	6,15	435	61	89	585
ENTRONQUE VIA LOJA-ZAPOTILLO-MERCADILLO	E68	17,47	435	61	89	585
ENCONTRONQUE LOJA-ZAPOTILLO-CELICA	E68	2,68	435	61	89	585
ZONA URBANA DE CELICA	E68	1,60	435	61	89	585
EL EMPALME ("Y" VIA CELICA/MACARÁ)-CELICA	E68	21,20	435	61	89	585
LOJA-MALACATOS	E682	28,58	1861	148	265	2274
MALACATOS-SAN PEDRO DE VILCABAMBA	E682	7,35	1861	148	265	2274
SAN PEDRO DE VILCABAMBA	E682	2,68	1861	148	265	2274
VILCABAMBA-YANGANA	E682	21,35	62	3	8	73
YANGANA-LIM LOJA/ZAMORA CH	E682	21,05	33	1	3	37
CATAMAYO	E69	1,68	351	15	42	408
NAMBACOLA-CATAMAYO	E69	30,25	351	15	42	408
GONZANAMÁ-NAMBACOLA	E69	11,60	351	15	42	408
GONZANAMÁ	E69	0,76	351	15	42	408
CARIAMANGA-GONZANAMÁ	E69	26,00	351	15	42	408
CARIAMANGA-UTUANA	E69	31,10	351	15	42	408
UTUANA-SOZORANGA	E69	16,15	351	15	42	408
SABIANGO-SOZORANGA	E69	13,75	351	15	42	408

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas, (MTOB, Informe Técnico N° 004-2011 para la Rehabilitación de la Vía Loja Cuenca, 2011)

### 3.2. Trabajo de gabinete.

#### 3.2.1. *Tamaño muestral.*

El presente proyecto estudia dos vías que confluyen a la ciudad de Loja, éstas son la vía Loja-Catamayo y la vía Loja-Zamora, con la finalidad de controlar todas las variaciones que se presenten durante un aforo vehicular se debe analizar todo su universo, lo cual significaría tener un equipo de aforo vehicular en funcionamiento durante los 365 días del año en cada vía. Debido a que se requería analizar dos vías y solo se contaba con un equipo contador, se procedió según la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras de Colombia, en donde menciona que: cuando no se analiza todo el universo, debido al costo que esto representa, o por diversas razones, en éste caso el valor del tránsito promedio diario semanal (TPDS) se podrá asumir como representativo del tránsito promedio diario anual (TPDA).

A continuación se presentan los aforos realizados para cada vía:

**Tabla 3.6 Aforos vehiculares en vías Loja-Catamayo y Loja-Zamora.**

AFOROS VEHICULARES					
VIA	SENTIDO	hora inicio	fecha inicio	hora fin	fecha fin
Loja - Zamora	Carril Derecho	10:34	10/02/2014	10:23	17/02/2014
	Carril Izquierdo	10:40	17/02/2014	15:57	24/02/2014
Loja - Catamayo	Carril Derecho	9:46	26/02/2014	9:31	10/03/2014
	Carril Izquierdo	10:22	11/03/2014	10:21	18/03/2014
Loja - Zamora	Carril Derecho	10:20	19/03/2014	16:00	25/03/2014
	Carril Izquierdo	16:38	25/03/2014	18:12	01/04/2014
Loja - Catamayo	Carril Derecho	8:55	03/04/2014	17:26	10/04/2014
	Carril Izquierdo	17:49	10/04/2014	9:01	21/04/2014
Loja - Zamora	Carril Derecho	17:00	21/04/2014	17:00	28/04/2014
	Carril Izquierdo	17:00	28/04/2014	17:16	05/05/2014
Loja - Catamayo	Carril Derecho	9:33	06/05/2014	9:58	13/05/2014
	Carril Izquierdo	10:39	13/05/2014	16:07	20/05/2014

Fuente: el autor.



Cabe mencionar que se intentó tener varias muestras de aforos para cada vía, sin embargo se presentaron inconvenientes en cuanto se refiere a sujeción de las mangueras de los contadores dañando las muestras de varias semanas, también se descartan los aforos que se realizaron en jornadas vacacionales, como lo es carnaval, por tal motivo para la vía Loja-Zamora se consideran los datos entre el 19 de marzo y el 01 de abril del 2014 y para la vía Loja-Catamayo los datos comprendidos entre el 3 y el 21 de abril del 2014.

### **3.2.2. Caracterización de tráfico.**

La caracterización de tránsito consiste en determinar el número y tipo de vehículos que circulan por un punto determinado, en un intervalo de tiempo conocido, obteniendo de esta forma la distribución y composición de tráfico de una determinada vía, para el presente proyecto se utilizó la clasificación ARX que se presenta en la Tabla 2.1, que viene dada por el software que forma parte del equipo utilizado para el aforo automático, ARX es una modificación de AustRoads94, se seleccionó éste tipo de clasificación porque el que más se ajustaba a nuestro medio.

#### *3.2.2.1. Distribución y composición del volumen de tránsito.*

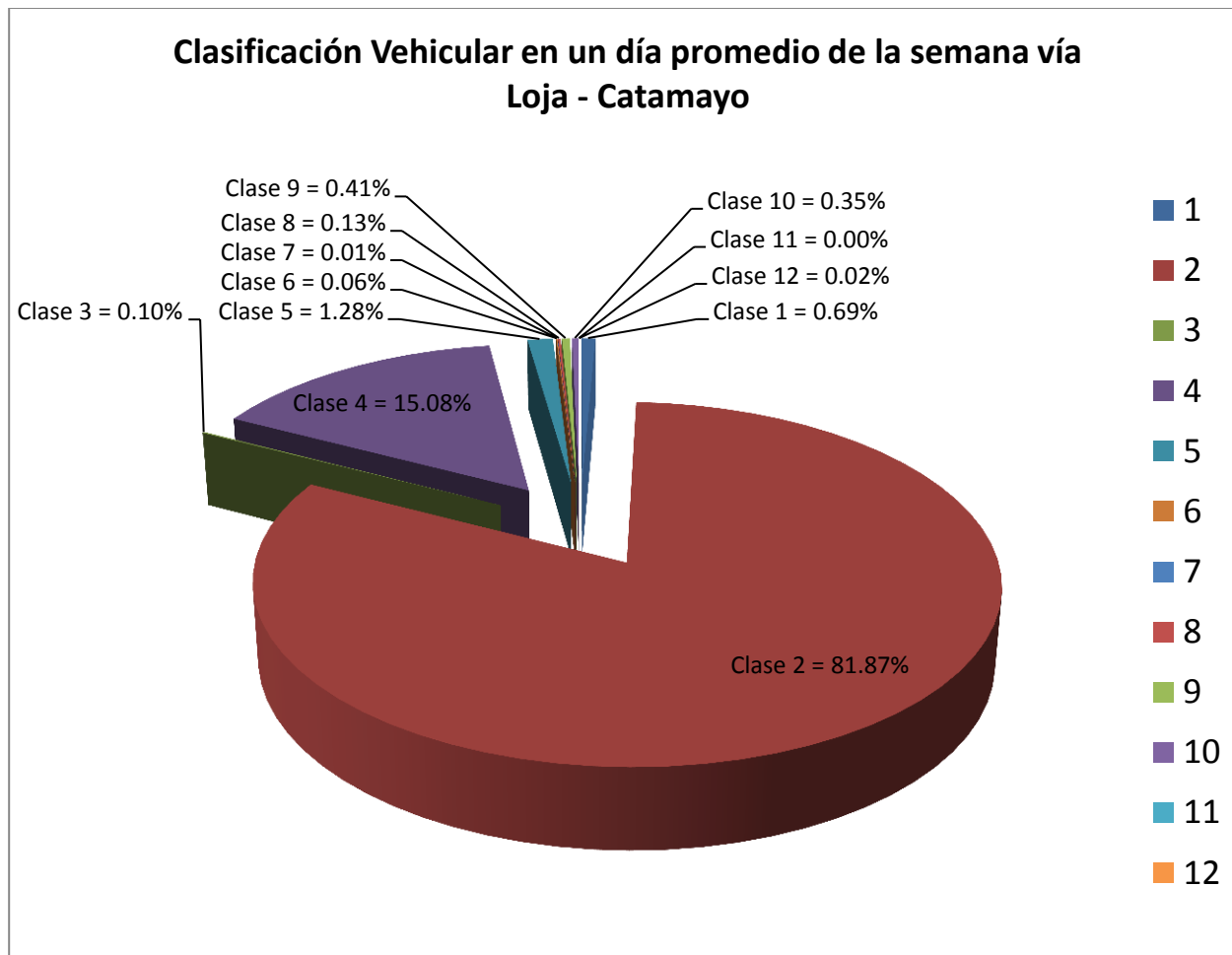
La distribución y composición de volúmenes de tránsito por carriles se realiza mediante análisis estadísticos tanto cuantitativos como cualitativos. La distribución de los volúmenes de tránsito por carriles es de suma importancia ya que se considera tanto en el proyecto como durante la operación de calles y carreteras. La composición vehicular se mide en términos de porcentajes sobre el volumen total. Por ejemplo porcentaje de automóviles, camiones pequeños y camiones grandes, estos valores dependen del grado de desarrollo del país, el grado de motorización nacional, el tipo de carretera, la hora del día y el día de la semana.

##### *3.2.2.1.1. Vía Loja – Catamayo.*

###### *Sentido Loja – Catamayo.*

A continuación se analiza el sentido Loja – Catamayo, el cual está compuesto por un Tráfico Promedio Diario Semanal de 2959 vehículos, en la Figura 3.2, se observa que, en la clasificación realizada en un día promedio semanal del aforo vehicular predomina la clase dos comprendida por automóviles tipo sedán, jeep y camionetas 4x4, la clase tres está constituida

por camiones o autobuses de dos ejes, en la Tabla 2.1 se describen las doce clases utilizadas en éste proyecto.



**Figura 3.2 Clasificación vehicular en un día promedio de la semana vía Loja-Catamayo.**  
Fuente: El autor.

En la Figura 3.3, se describe la clasificación vehicular diaria en la Vía Loja Catamayo carril derecho en porcentaje, realizado durante la semana del 3 al 09 de abril del 2014, se puede apreciar que los días sábado y domingo existe un incremento vehicular de la clase dos mientras que el día miércoles un decremento.

### Clasificación Vehicular Diaria Vía Loja Catamayo Semana del 3 al 09 de abril del 2014.

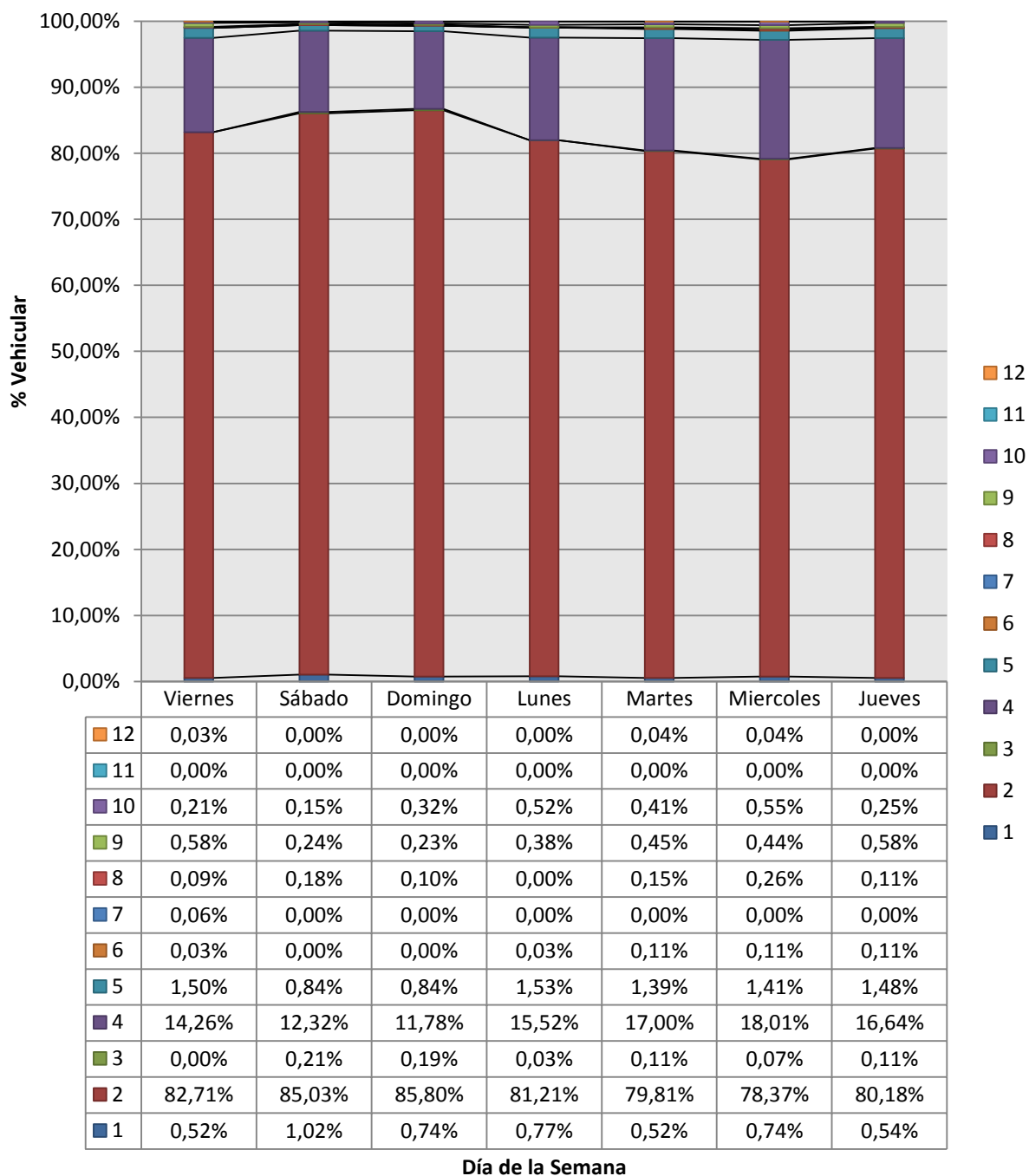
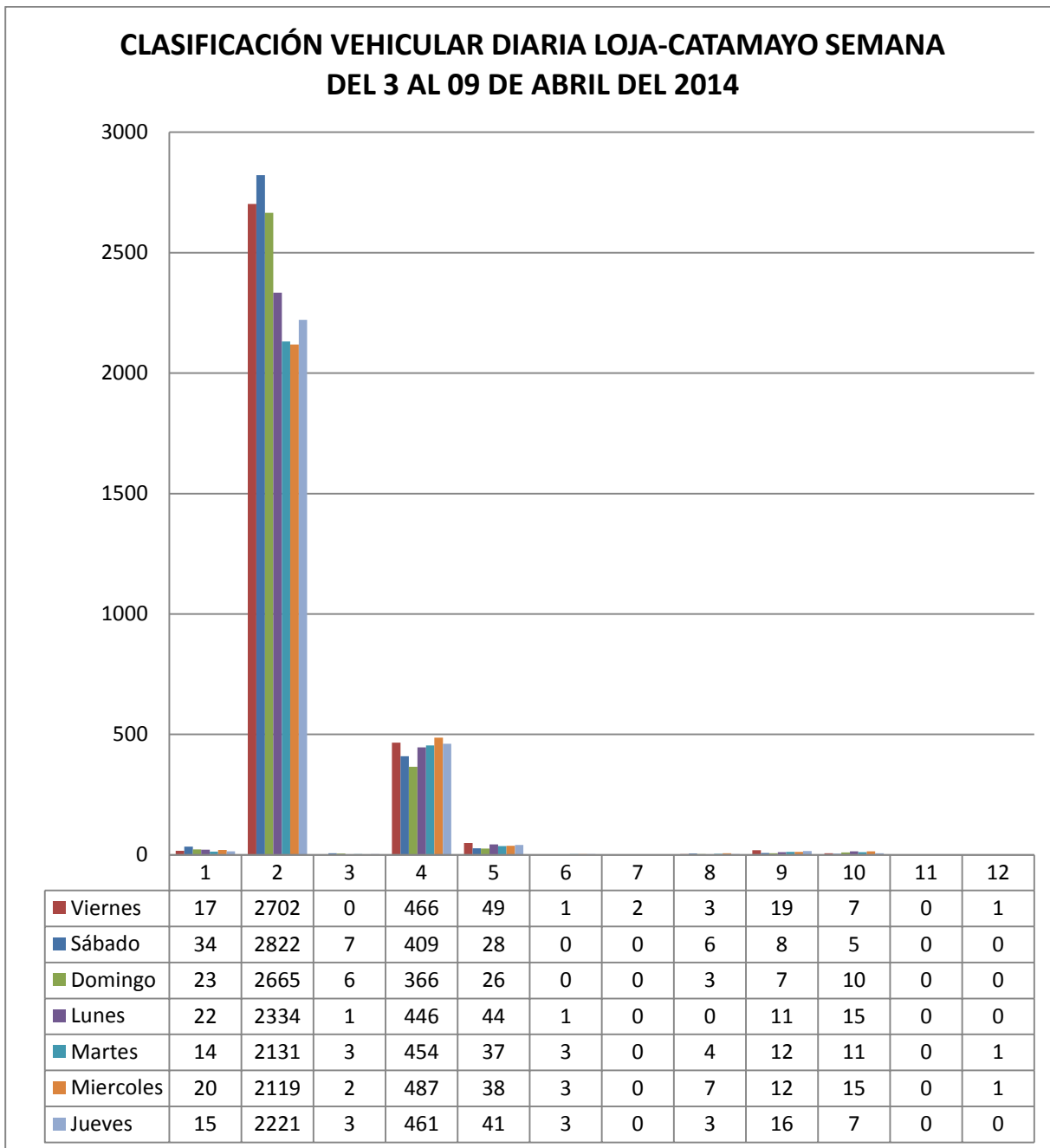


Figura 3.3 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo semana del 3 al 09 de abril del 2014.  
Fuente: El autor.

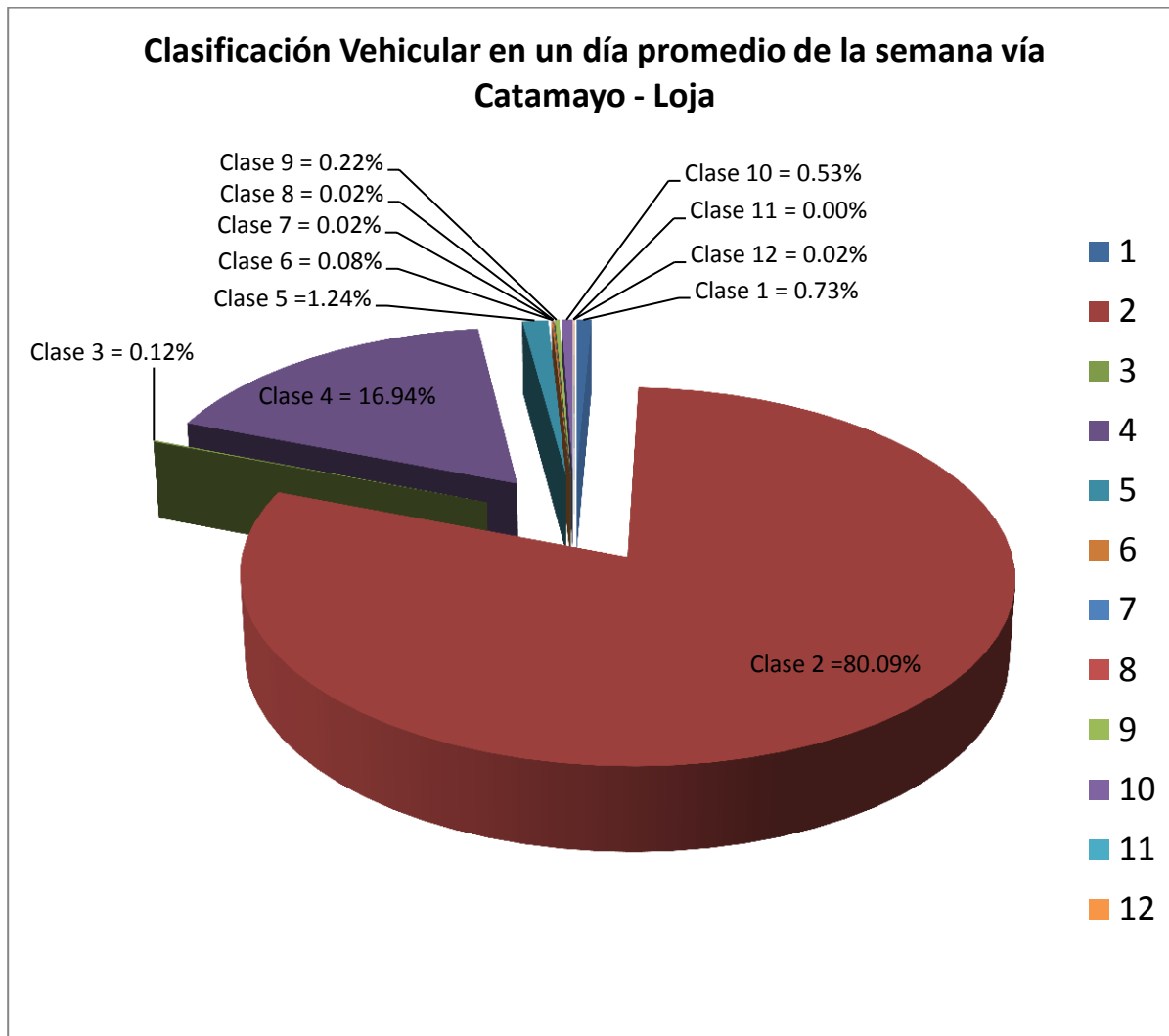


**Figura 3.4 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo semana del 3 al 09 de abril del 2014.**  
Fuente: El autor.

#### *Sentido Catamayo - Loja*

A continuación se analiza el sentido Catamayo-Loja, el cual está compuesto por un Tráfico Promedio Diario Semanal de 2954 vehículos, en la Figura 3.5, se observa que, en la clasificación realizada en un día promedio semanal del aforo vehicular predomina la clase dos comprendida por automóviles tipo sedán, jeep y camionetas 4x4, la clase tres está constituida

por camiones o autobuses de dos ejes, en la Tabla 2.1 se describen las doce clases utilizadas en éste proyecto.

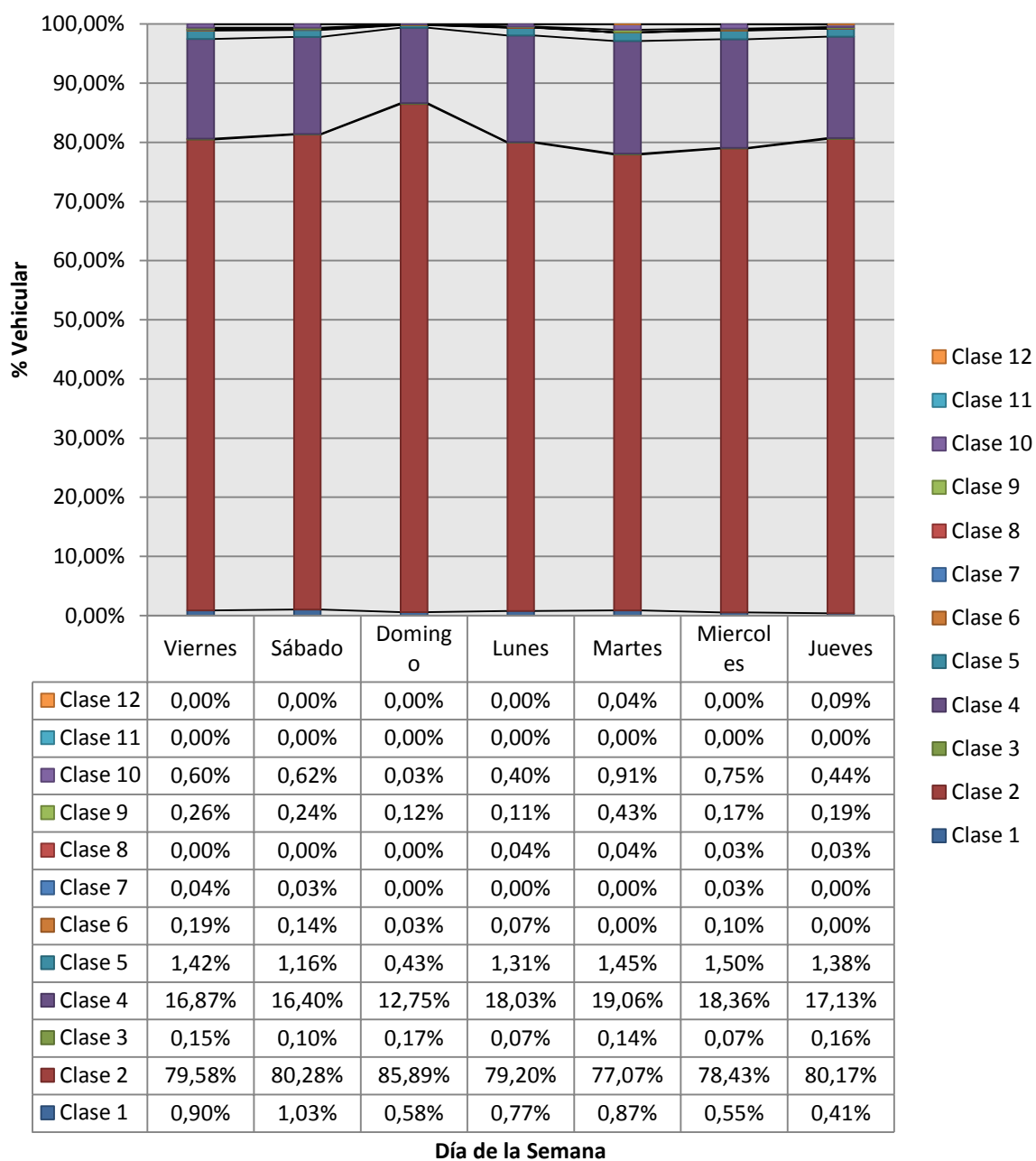


**Figura 3.5 Clasificación vehicular en un día promedio de la semana Catamayo Loja.**

Fuente: El autor.

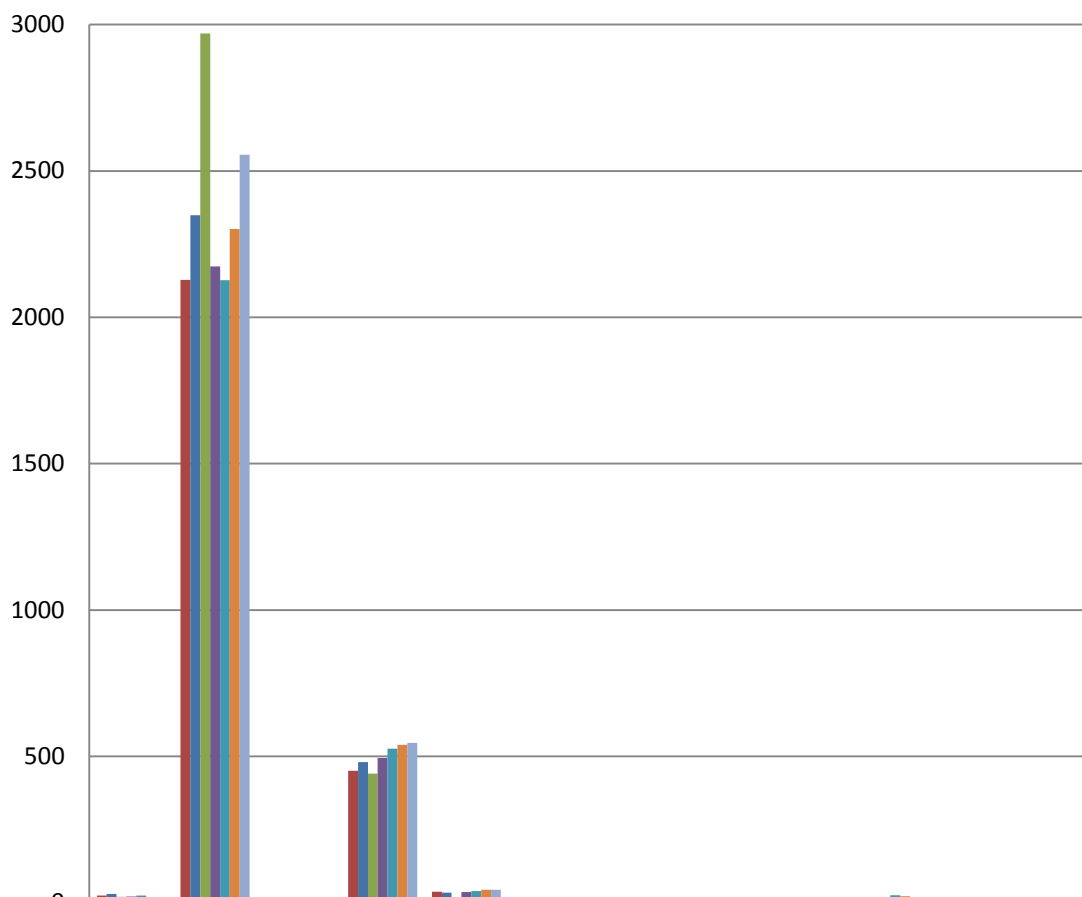
En la Figura 3.6, se describe la clasificación vehicular diaria en la Vía Loja Catamayo carril derecho en porcentaje, realizado durante la semana del 10 al 17 de abril del 2014, se puede apreciar que los días sábado y domingo existe un incremento vehicular de la clase dos mientras que el día martes un decremento.

### Clasificación Vehicular diaria vía Catamayo Loja Semana del 10 al 17 de Abril del 2014.



**Figura 3.6 Clasificación vehicular diaria Catamayo Loja Semana del 10 al 17 de abril del 2014.**  
Fuente: El autor.

### CLASIFICACIÓN VEHICULAR DIARIA CATAMAYO-LOJA SEMANA DEL 10 AL 17 DE ABRIL DEL 2014



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
■ Viernes	24	2128	4	451	38	5	1	0	7	16	0	0
■ Sábado	30	2349	3	480	34	4	1	0	7	18	0	0
■ Domingo	20	2970	6	441	15	1	0	0	4	1	0	0
■ Lunes	21	2174	2	495	36	2	0	1	3	11	0	0
■ Martes	24	2127	4	526	40	0	0	1	12	25	0	1
■ Miércoles	16	2302	2	539	44	3	1	1	5	22	0	0
■ Jueves	13	2555	5	546	44	0	0	1	6	14	0	3

**Figura 3.7 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja semana del 10 y 17 de abril del 2014.**

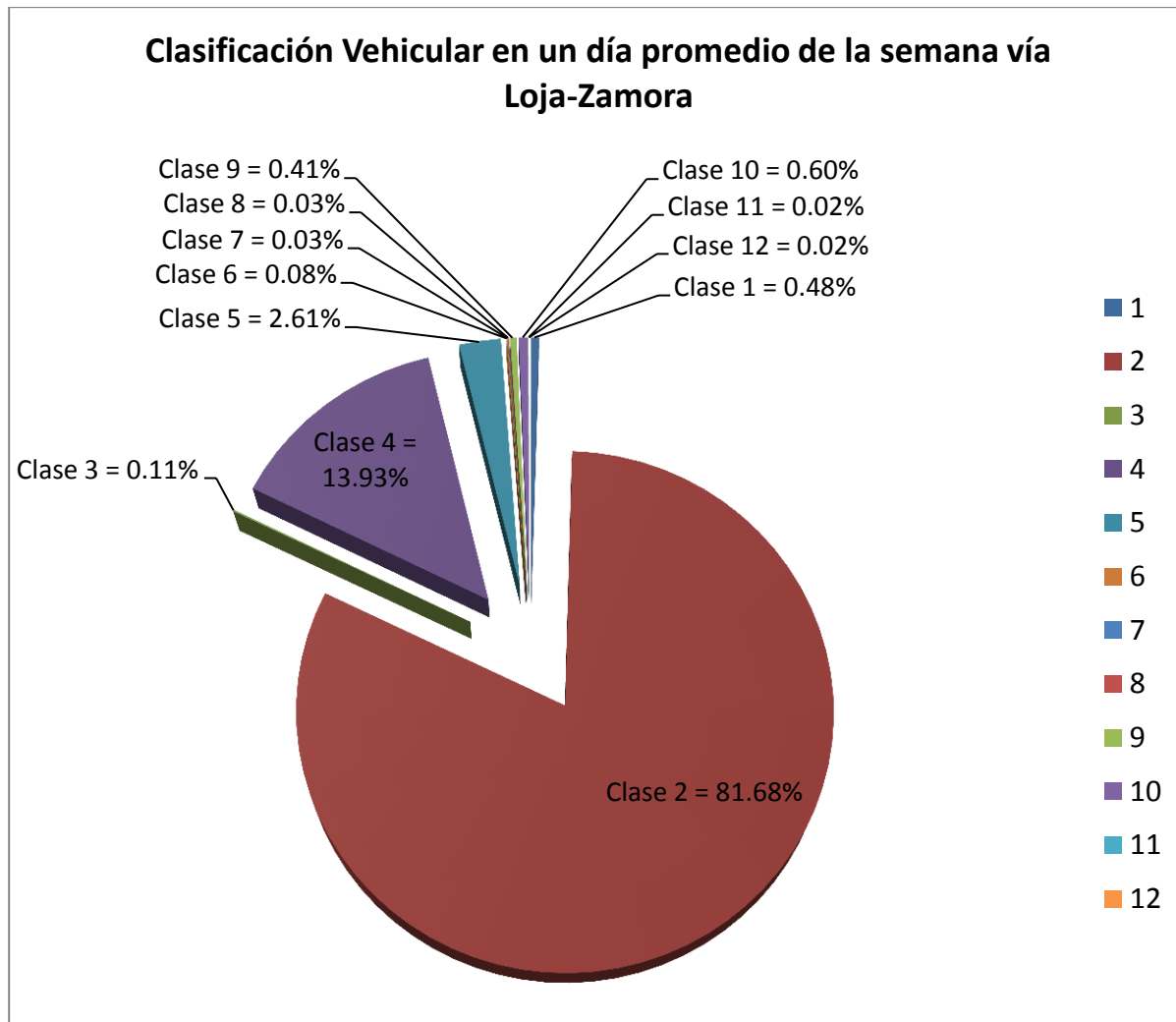
Fuente: El autor.

#### 3.2.2.1.2. Vía Loja-Zamora

##### *Sentido Loja-Zamora*

A continuación se analiza el sentido Loja-Zamora, el cual está compuesto por un Tráfico Promedio Diario Semanal de 1166 vehículos, en la Figura 3.8, se observa que, en la

clasificación realizada en un día promedio semanal del aforo vehicular predomina la clase dos comprendida por automóviles tipo sedán, jeep y camionetas 4x4, la clase tres está constituida por camiones o autobuses de dos ejes, en la Tabla 2.1 se describen las doce clases utilizadas en éste proyecto.



**Figura 3.8 Clasificación vehicular en un día promedio de la semana vía Loja-Zamora.**  
Fuente: El autor.

En la Figura 3.9, se describe la clasificación vehicular diaria en la Vía Loja Zamora carril derecho en porcentaje, realizado durante la semana del 20 al 24 de abril del 2014, se puede apreciar que los días domingo y lunes existe un incremento vehicular de la clase dos mientras que el día jueves un decremento.



### Clasificación Vehicular Diaria Vía Loja-Zamora Semana del 20 al 24 de marzo del 2014.

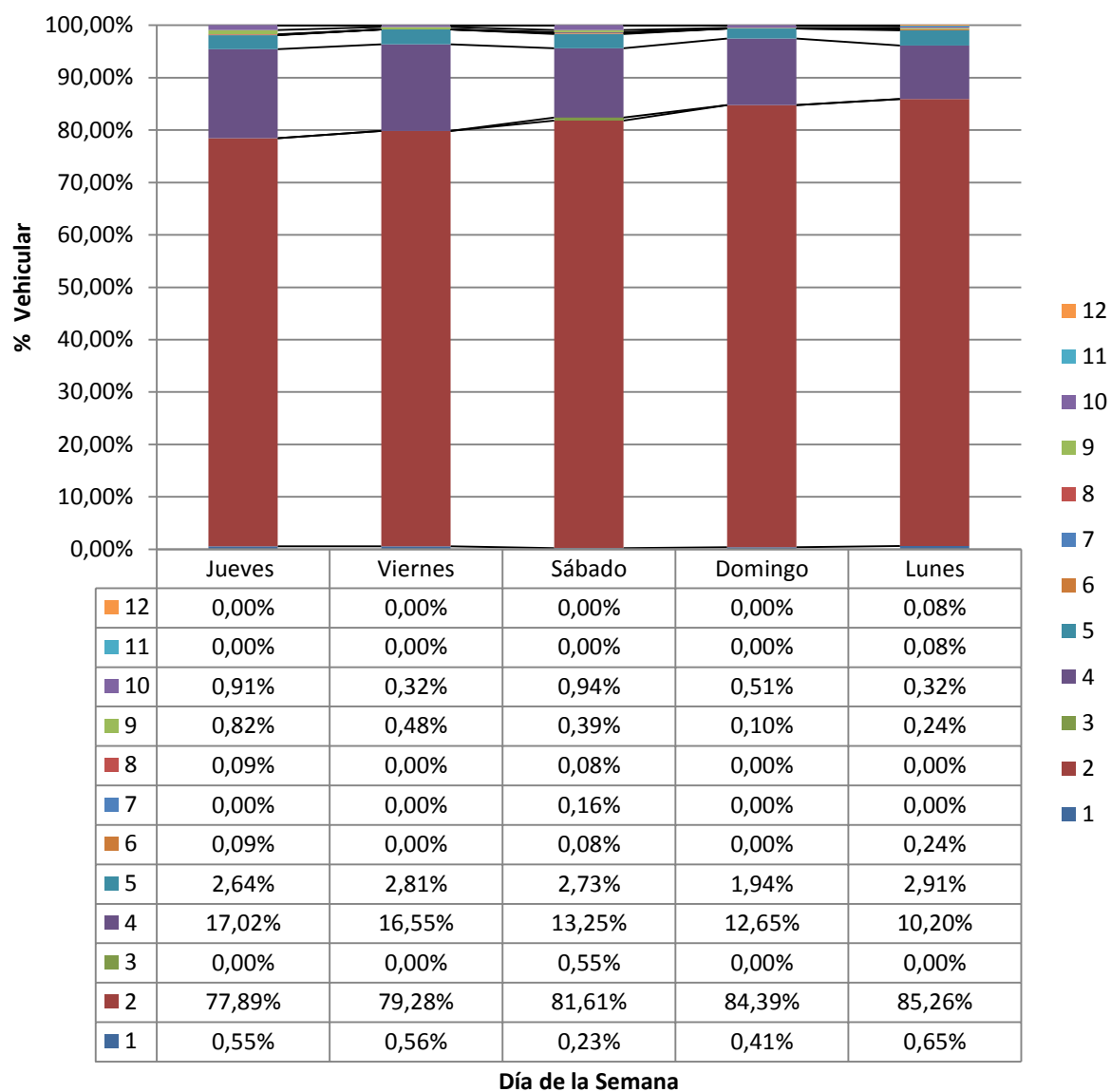
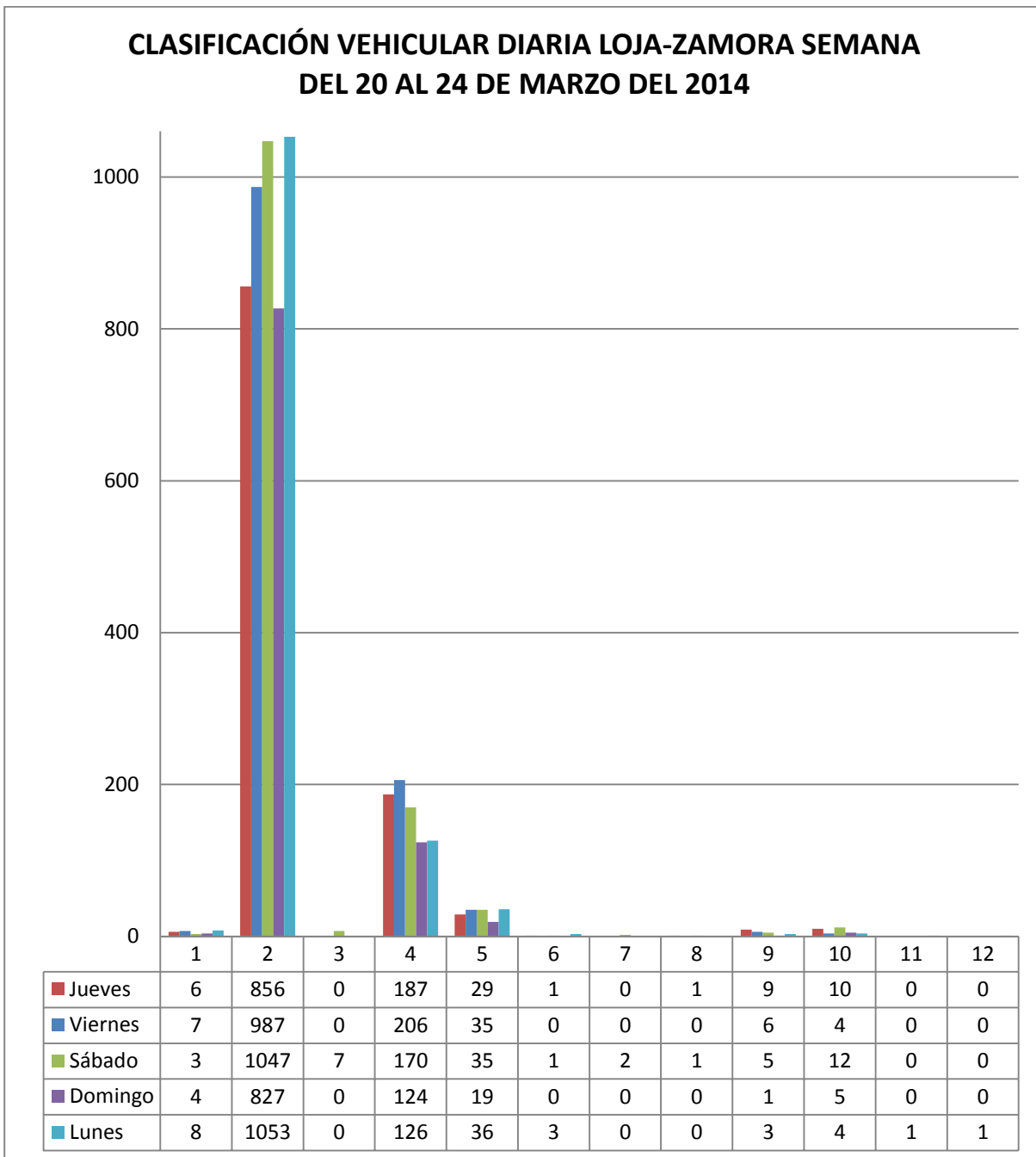


Figura 3.9 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora Semana del 20 al 24 de marzo del 2014.  
Fuente: El autor.

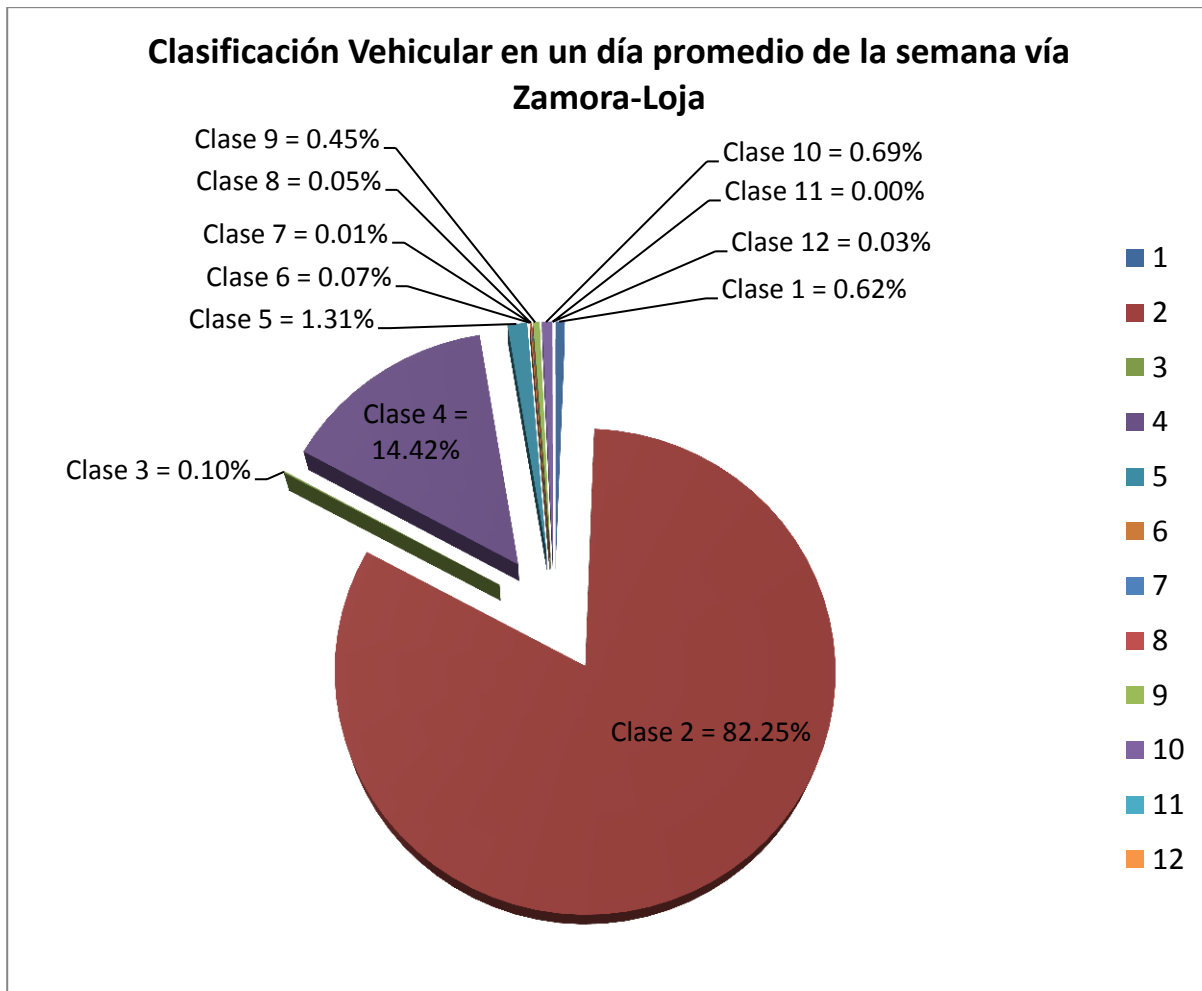


**Figura 3.10 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora semana del 20 y 24 de marzo del 2014.**  
Fuente: El autor.

*Sentido Zamora-Loja*

A continuación se analiza el sentido Catamayo-Loja, el cual está compuesto por un Tráfico Promedio Diario Semanal de 1135 vehículos, en la Figura 3.11, se observa que, en la clasificación realizada en un día promedio semanal del aforo vehicular predomina la clase dos

comprendida por automóviles tipo sedán, jeep y camionetas 4x4, la clase tres está constituida por camiones o autobuses de dos ejes, en la Tabla 2.1 se describen las doce clases utilizadas en éste proyecto.



**Figura 3.11 Clasificación vehicular en un día promedio de la semana vía Zamora-Loja.**

Fuente: El autor.

En la Figura 3.12, se describe la clasificación vehicular diaria en la Vía Loja Zamora carril izquierdo en porcentaje, realizado durante la semana del 26 de marzo al 01 de abril del 2014, se puede apreciar que los días domingo y lunes existe un incremento vehicular de la clase dos mientras que el día miércoles un decremento.

### Clasificación Vehicular Diaria Vía Zamora-Loja en un día prodemio

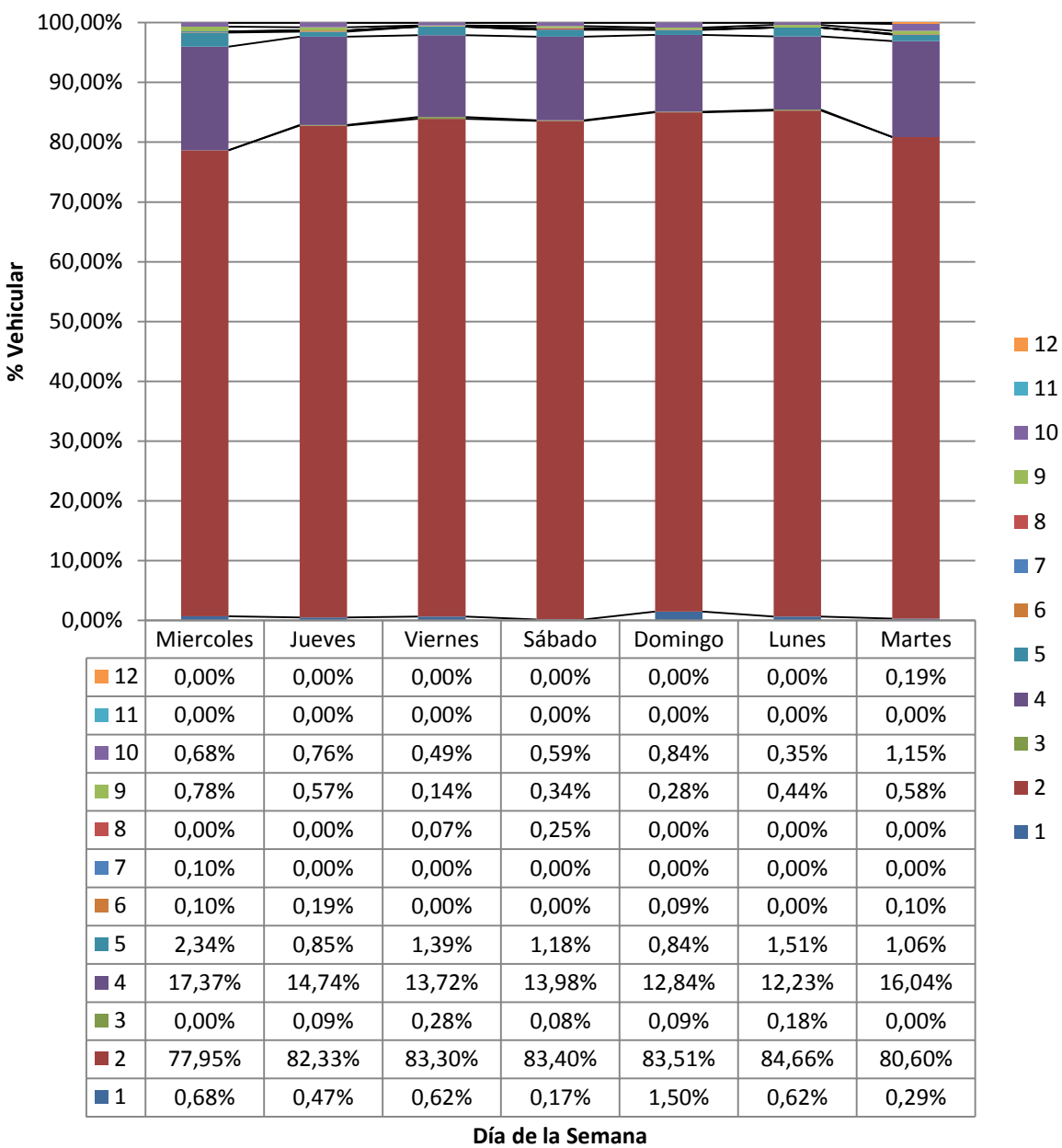
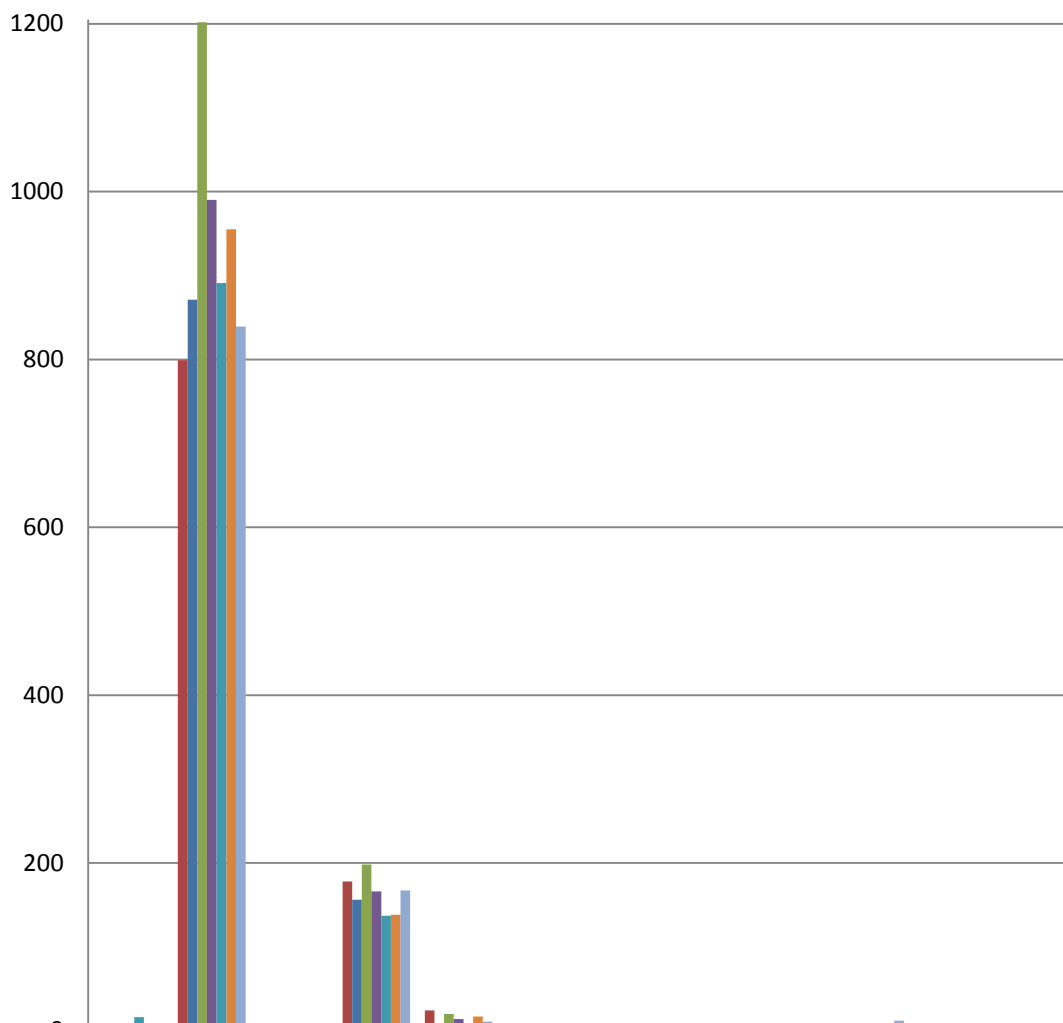


Figura 3.12. Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja Semana del 26 de marzo al 01 de abril del 2014.

Fuente: El autor.

**CLASIFICACIÓN VEHICULAR DIARIA ZAMORA-LOJA SEMANA DEL 26 DE MARZO AL 01 DE ABRIL DEL 2014**



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
■ Miércoles	7	799	0	178	24	1	1	0	8	7	0	0
■ Jueves	5	871	1	156	9	2	0	0	6	8	0	0
■ Viernes	9	1202	4	198	20	0	0	1	2	7	0	0
■ Sábado	2	990	1	166	14	0	0	3	4	7	0	0
■ Domingo	16	891	1	137	9	1	0	0	3	9	0	0
■ Lunes	7	955	2	138	17	0	0	0	5	4	0	0
■ Martes	3	839	0	167	11	1	0	0	6	12	0	2

**Figura 3.13 Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja semana del 26 de marzo al 01 de abril del 2014.**

Fuente: El autor.

3.2.2.2. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.

3.2.2.2.1. Vía Loja Catamayo.

Catamayo – Loja.

Tabla 3.7 Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda (vehículos mixtos) vía Catamayo-Loja.

VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA (VEHÍCULOS MIXTOS) VÍA LOJA-CATAMAYO Y LOJA-ZAMORA																														
	Vía Loja-Catamayo Carril Izquierdo								Vía Loja Catamayo Carril Derecho							Vía Loja Zamora Carril Derecho					Vía Loja-Zamora Carril Izquierdo									
	Martes 11 de Marzo del 2014	Miércoles 12 de Marzo del 2014	Jueves 13 de Marzo del 2014	Viernes 14 de Marzo del 2014	Sábado 15 de Marzo del 2014	Domingo 16 de Marzo del 2014	Lunes 17 de Marzo del 2014	Martes 18 de Marzo del 2014	Jueves 03 de Abril del 2014	Viernes 04 de Abril del 2014	Sábado 05 de Abril del 2014	Domingo 06 de Abril del 2014	Lunes 07 de Abril del 2014	Martes 08 de Abril del 2014	Miércoles 09 de Abril del 2014	Jueves 10 de Abril del 2014	Miércoles 19 de Marzo del 2014	Jueves 20 de Marzo del 2014	Viernes 21 de Marzo del 2014	Sábado 22 de Marzo del 2014	Domingo 23 de Marzo del 2014	Lunes 24 de Marzo del 2014	Martes 25 de Marzo del 2014	Miércoles 26 de Marzo del 2014	Jueves 27 de Marzo del 2014	Viernes 28 de Marzo del 2014	Sábado 29 de Marzo del 2014	Domingo 30 de Marzo del 2014	Lunes 31 de Marzo del 2014	Martes 01 de Abril del 2014
HORA DE MÁXIMA DEMANDA	10H15-11H15	8H00-9H00	7H15-8H15	8H15-9H15	10H15-11H15	11H15-12H15	7H30-8H30	7H45-8H45	9H00-10H00	6H45-7H45	10H30-11H30	11H30-12H30	6H00-7H00	5H45-6H45	6H30-7H30	6H00-7H00	10H45-15H45	6H30-7H30	7H00-8H00	11H15-12H15	10H15-11H15	6H15-7H15	7H00-8H00	9H15-10H15	7H30-8H30	10H45-11H45	8H30-9H30	11H45-12H45	7H45-8H45	9H15-10H15
0 MIN	38	51	45	50	46	38	56	50	37	47	52	58	59	39	55	43	8	23	27	23	16	37	21	22	10	18	25	12	18	19
15 MIN	45	47	66	88	57	33	46	44	52	50	56	62	69	53	45	71	17	23	23	19	15	20	31	17	17	14	19	13	17	23
30 MIN	44	52	45	49	53	36	67	53	42	81	59	69	61	71	49	56	13	25	21	18	15	34	22	10	21	16	30	14	13	17
45 MIN	46	48	62	41	52	39	58	51	36	59	57	64	57	47	73	45	8	22	19	27	15	31	19	17	9	24	19	17	20	20
TOTAL VEHÍCULOS	127	198	156	187	156	107	102	148	167	237	224	253	246	210	222	215	46	93	90	87	61	122	93	66	57	72	93	56	68	79
FHMD AM	0,7056	0,95	0,59	0,53	0,68	0,70	0,46	0,70	0,80	0,73	0,95	0,92	0,89	0,74	0,76	0,76	0,68	0,93	0,83	0,81	0,95	0,82	0,75	0,75	0,68	0,75	0,78	0,82	0,85	0,86

HORA DE MÁXIMA DEMANDA	17H15-18H15	17H30-18H30	16H30-17H30	17H45- 18H45	13H45-14H45	17H30-18H30	16H45-17H45	-	15H30-16H30	15H45-16H45	14H00-15H00	12H45-13H45	15h15-16h15	15h30-16h30	15H15-16H15	15H15-16H15	16H15-17H15	17H30-18H30	16H15-17H15	13H00-14H00	16H00-17H00	17H15-18H15	13H45-14H45	17H30-18H30	17H45-18H45	17H30-18-30	15H00-16H00	17H00-18H00	18H00-19H00	15H30-16H30
0 MIN	62	59	51	64	65	103	49	-	57	65	70	59	59	49	60	47	18	37	33	23	20	27	33	23	24	39	20	20	28	19
15 MIN	68	56	51	80	43	118	42	-	45	59	67	63	52	35	51	45	14	20	27	25	20	16	19	28	22	43	16	33	29	23
30 MIN	52	67	54	83	55	103	45	-	50	62	57	72	65	54	53	71	13	18	16	26	26	22	20	23	19	32	24	28	37	17
45 MIN	57	82	63	100	63	103	84	-	54	66	84	60	52	48	60	47	22	20	27	22	23	23	22	21	28	31	22	30	33	20
TOTAL VEHÍCULOS	182	149	117	263	161	221	171	-	206	252	278	254	228	186	224	210	67	95	103	96	89	88	94	95	93	145	82	111	127	79
FHMD PM	0,67	0,45	0,46	0,66	0,64	0,47	0,51	-	0,90	0,95	0,83	0,88	0,88	0,86	0,93	0,74	0,76	0,64	0,78	0,92	0,86	0,81	0,71	0,85	0,83	0,84	0,85	0,84	0,86	0,86

Fuente: El autor.

### 3.2.2.3. Tasa de Flujo en la hora de máxima demanda.

De los datos analizados en el capítulo 3.2.2.2. Se obtendrá la tasa de flujo para el  $q_{15\max}$  de la hora de máxima demanda, dicho valor se encuentra con rojo en cada día de aforo tenemos así:

**Tabla 3.8 Análisis de flujo vehicular.**

ANÁLISIS DE FLUJO VEHICULAR EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA VIAS LOJA - CATAMAYO Y LOJA - ZAMORA																														
	Vía Catamayo - Loja								Vía Loja Catamayo								Vía Loja Zamora								Vía Zamora Loja					
	Martes 11 de Marzo del 2014	Miércoles 12 de Marzo del 2014	Jueves 13 de Marzo del 2014	Viernes 14 de Marzo del 2014	Sábado 15 de Marzo del 2014	Domingo 16 de Marzo del 2014	Lunes 17 de Marzo del 2014	Martes 18 de Marzo del 2014	Jueves 03 de Abril del 2014	Viernes 04 de Abril del 2014	Sábado 05 de Abril del 2014	Domingo 06 de Abril del 2014	Lunes 07 de Abril del 2014	Martes 08 de Abril del 2014	Miércoles 09 de Abril del 2014	Jueves 10 de Abril del 2014	Miércoles 19 de Marzo del 2014	Jueves 20 de Marzo del 2014	Viernes 21 de Marzo del 2014	Sábado 22 de Marzo del 2014	Domingo 23 de Marzo del 2014	Lunes 24 de Marzo del 2014	Martes 25 de Marzo del 2014	Miércoles 26 de Marzo del 2014	Jueves 27 de Marzo del 2014	Viernes 28 de Marzo del 2014	Sábado 29 de Marzo del 2014	Domingo 30 de Marzo del 2014	Lunes 31 de Marzo del 2014	Martes 01 de Abril del 2014
Número de Vehículos ( $q_{15\max}$ ) A.M.	46	52	66	88	57	39	67	53	52	81	59	69	69	71	73	71	17	25	27	27	16	37	31	22	24	24	30	17	20	28
Número de vehículos ( $q_{15\max}$ ) P.M.	68	82	63	100	65	118	84		57	66	84	72	65	54	60	71	22	37	33	26	26	27	33	28	28	43	24	33	37	23
tasa de flujo. $q_i$ A.M. (veh/h)	184	208	264	352	228	156	268	212	208	324	236	276	276	284	292	284	68	100	108	108	64	148	124	88	96	96	120	68	80	112
tasa de flujo. $q_i$ P.M. (veh/h)	272	328	252	400	260	472	336		228	264	336	288	260	216	240	284	88	148	132	104	104	108	132	112	112	172	96	132	148	92
Volumen Real A.M.	173	198	218	228	208	146	227	198	167	237	224	253	246	210	222	215	50	93	90	87	61	122	93	66	57	72	93	56	68	70
Volumen Real P.M.	239	264	219	327	226	427	220		206	278	278	254	228	186	224	210	67	95	103	96	89	88	94	95	93	145	82	111	127	79

Fuente: El autor.

Dónde:

N = número de vehículos

$q_{\max}$  = flujo máximo de vehículos en un periodo dado.



#### 3.2.2.4. Variación horaria del volumen de tránsito.

De acuerdo a la figura 3.16. Analizando un día promedio de las vías en estudio se observa que:

- La vía en sentido de Loja a Catamayo dibujada en color rojo representa un claro incremento de viajes a partir de las 3h00 hasta las 6h00 de la mañana luego el flujo disminuye hasta las 8h00, para normalizarse hasta las 12h00 en donde se produce un nuevo incremento vehicular hasta las 15h00 y de ésta hora en adelante tiende a bajar al mínimo hasta las 23h00. La hora de máxima demanda es de las 14h30 a las 15h30.
- La vía en sentido de Catamayo a Loja dibujada en tono azul representa un claro incremento de viajes a partir de las 3h00 hasta las 8h00 de la mañana luego el flujo disminuye hasta las 11h00, luego existe un incremento en el flujo hasta las 14h00 para normalizarse hasta las 16h00 en donde se produce un fuerte incremento vehicular hasta las 17h00 y luego tiende a bajar al mínimo hasta las 23h00. La hora de máxima demanda es de 17h00 a 18h00.
- La vía en sentido de Loja a Zamora dibujada con color verde representa un claro incremento de viajes a partir de las 2h00 hasta las 7h00 de la mañana luego el flujo disminuye hasta las 8h00, para normalizarse hasta las 12h00 en donde se produce un nuevo incremento vehicular hasta las 14h00 luego disminuye hasta las 16h00 para incrementarse hasta las 17h00 y de ésta hora en adelante tiende a bajar al mínimo hasta las 23h00. La hora de máxima demanda es de 6h00 a 7h00.
- La vía en sentido de Zamora a Loja dibujada con color morado representa un claro incremento de viajes a partir de las 3h00 hasta las 9h00 de la mañana luego el flujo se normaliza hasta las 12h00 en donde se produce un nuevo incremento vehicular moderado hasta las 16h00, a partir de esta hora existe un fuerte incremento hasta las 18h00, a partir de ésta hora en adelante tiende a bajar al mínimo hasta las 23h00. La hora de máxima demanda es de 17h00 a 18h00.

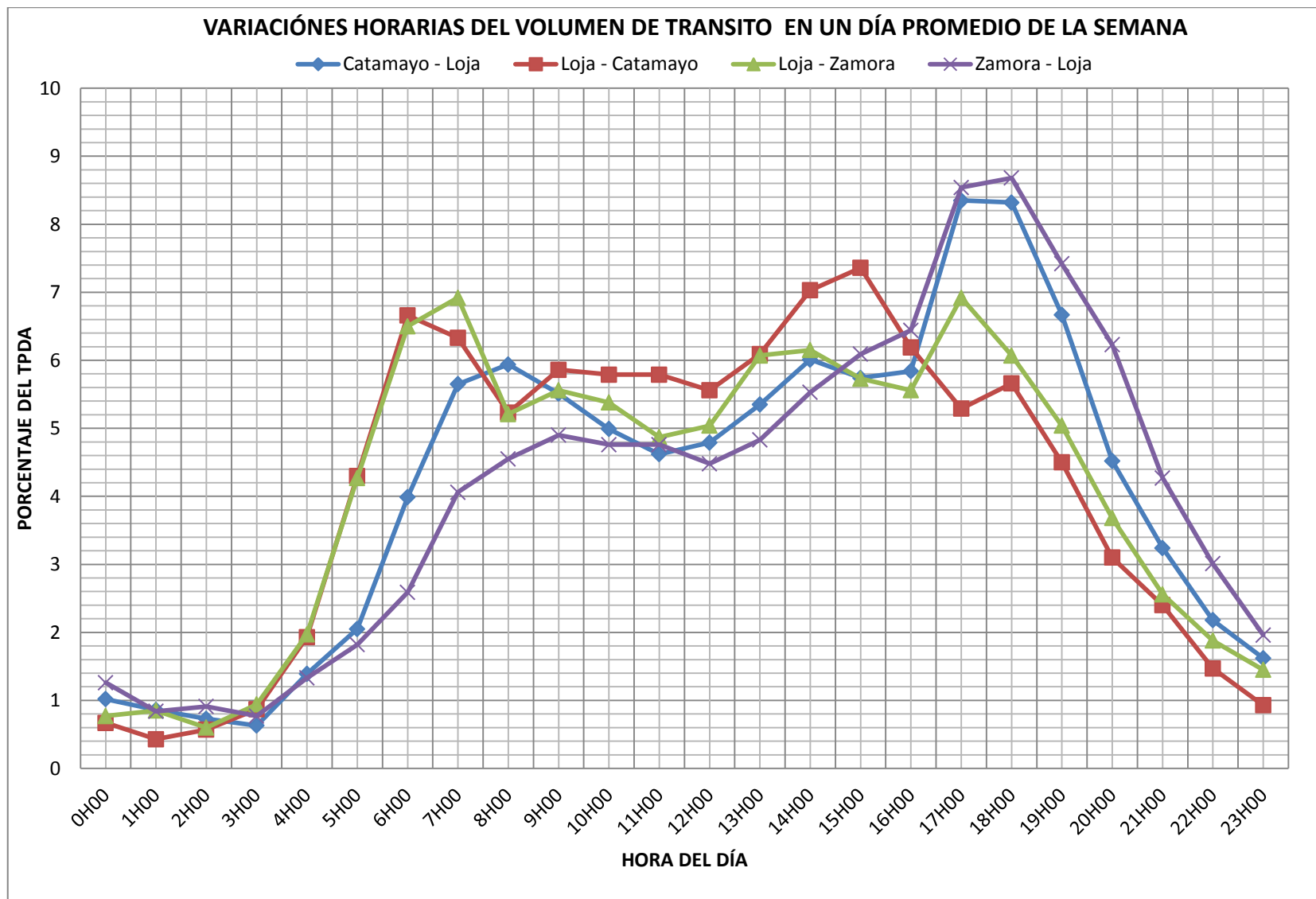


Figura 3.14 Variación horaria del volumen de tránsito en un día promedio de la semana.

Fuente: El autor.

### 3.2.2.5. Variación diaria del volumen de tránsito por carril.

En la figura 3.21. Se analiza la fluctuación del volumen de tránsito por día de la semana para cada vía en estudio tenemos así:

- La vía en sentido de Loja a Catamayo posee un mayor flujo vehicular los fines de semana desde el jueves hasta el domingo, mientras que durante la semana se producen flujos inferiores al TPDS de cada vía.
- La vía en sentido de Catamayo a Loja posee un mayor número de vehículos que el TPDS los días jueves y domingo, mientras que durante la semana se regulan con parámetros inferiores al tráfico promedio diario semanal.
- Para la vía que va desde Loja a Zamora el flujo es variable durante la semana en relación a la vía Loja Catamayo, los días lunes, viernes y sábado existe un flujo vehicular que excede el TPDS, mientras que los días martes, miércoles, jueves y domingo se podría decir que se encuentran bajo el valor del tráfico promedio diario semanal.
- El regreso a Loja desde Zamora se marca los días viernes y sábado con un flujo superior hasta en un 24%, mientras que el resto de días el flujo se mantiene parcialmente constante a excepción del día lunes que sube un poco el flujo sin embargo se encuentran bajo el TPDS.

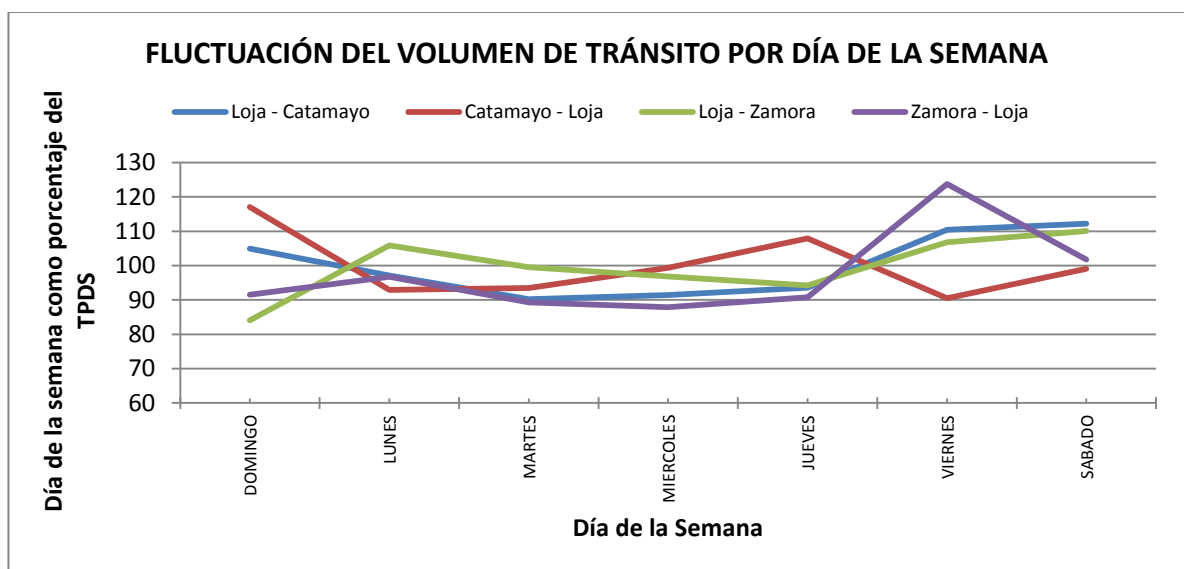


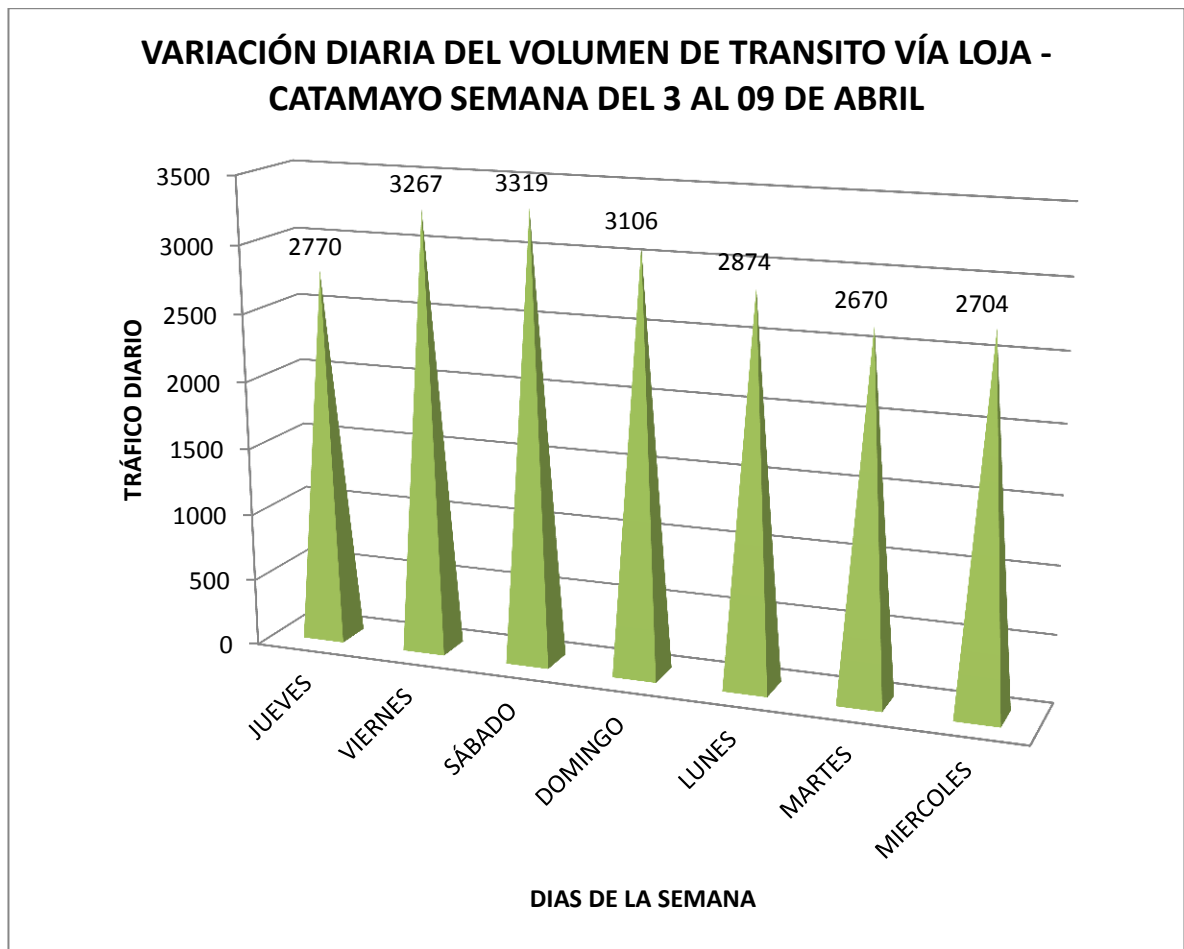
Figura 3.15 Fluctuación del volumen de tránsito por carril por día de la semana

Fuente: El autor.

### 3.2.2.4.1 Variación diaria del volumen de tránsito vía Loja-Catamayo por carril.

Los días con mayor flujo vehicular de la presente vía son el viernes con 3267 veh, sábado con 3319 veh y el domingo con 3106 veh, siendo el más alto de la semana en el sentido desde Loja a Catamayo el Sábado, mientras que los días con mayor flujo vehicular para quienes viajan a Loja desde Catamayo son el jueves con 3187 veh, sábado con 2926 veh y domingo con 3458 veh. El flujo elevado del día jueves 17 de abril de 2014 se debe a que el día viernes 18 de abril del mismo año se celebra viernes santo día vacacional conferido por ley para los empleados, éste feriado duraría hasta el domingo día en el que existe el mayor número de vehículos.

*Sentido Loja - Catamayo*



**Figura 3.16 Variación diaria del volumen de tránsito vía Loja-Catamayo semana del 3 al 09 de abril del 2014.**

Fuente: El autor.

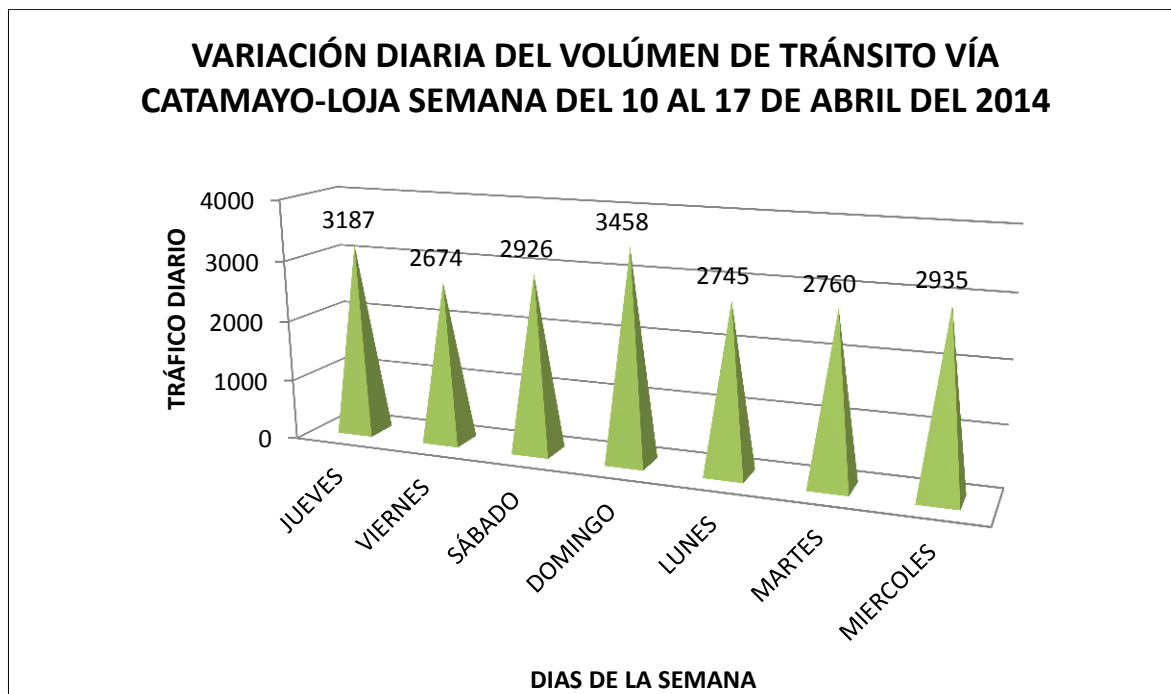


Figura 3.17 Variación diaria del volumen de tránsito vía Catamayo-Loja semana del 10 al 17 de abril del 2014.

Fuente: El autor.

#### 3.2.2.4.2. Variación diaria del volumen de tránsito vía Loja-Zamora.

Los días con mayor flujo vehicular de la presente vía son el viernes con 1245 veh, sábado con 1283 veh y el lunes con 1235 veh, siendo el más alto de la semana en el sentido desde Loja hacia Zamora el Sábado, mientras que los días con mayor flujo vehicular para quienes viajan a Loja desde Zamora son el viernes con 1443 veh, sábado con 1187 veh y lunes con 1128 veh, el flujo elevado del día viernes se podría dar por el retorno de estudiantes así como de personas que se encuentren laborando en la provincia de Loja, de igual manera el lunes se desarrollaría el retorno de los mismos a sus actividades cotidianas.

Sentido Loja-Zamora

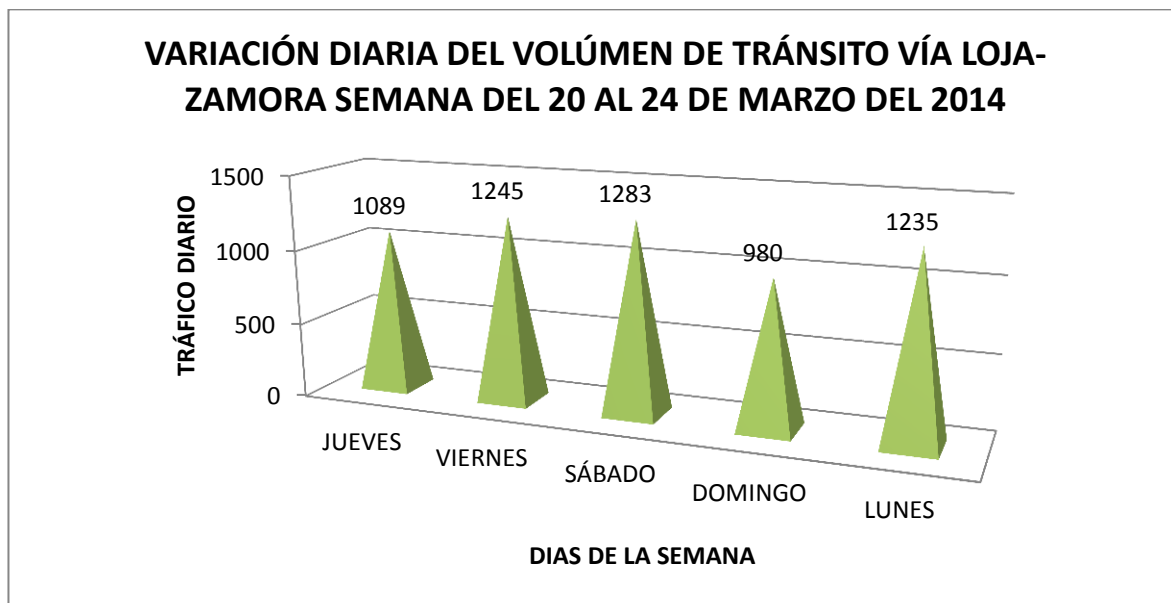


Figura 3.18 Variación diaria del volumen de tránsito vía Loja-Zamora semana del 19 al 25 de marzo del 2014.

Fuente: El autor.

Sentido Zamora-Loja

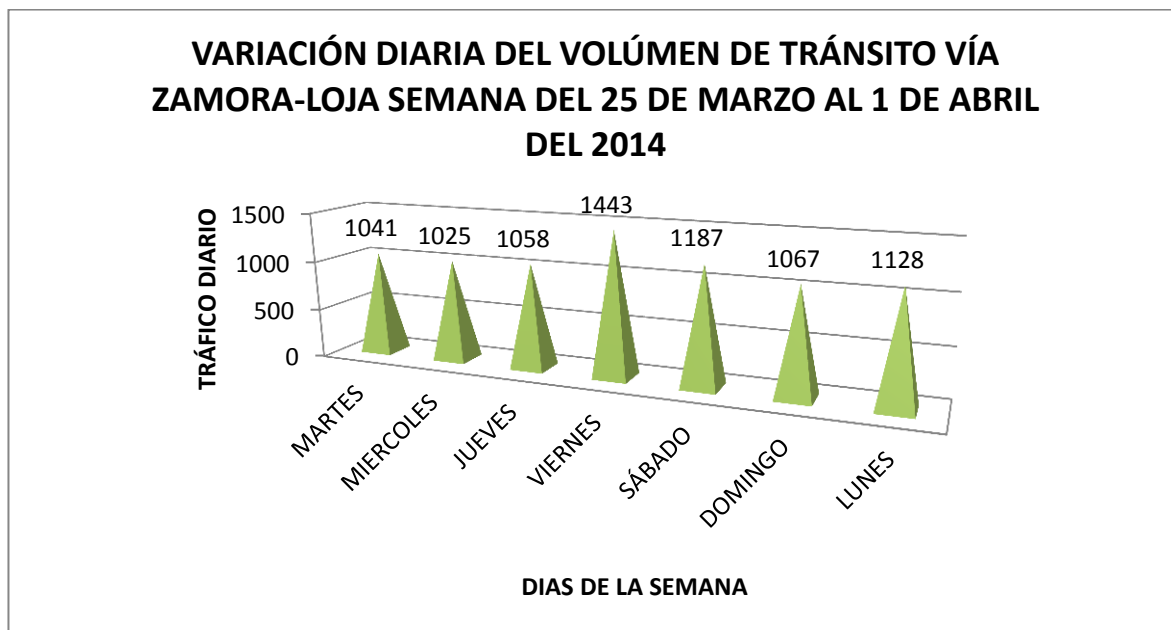


Figura 3.19 Variación diaria del volumen de tránsito vía Zamora-Loja semana del 25 de marzo al 01 de abril del 2014.

Fuente: El autor.

### 3.2.3. Tráfico promedio diario anual (TPDA).

3.2.3.1. Variación diaria del volumen de tránsito vía Loja-Catamayo.

Para el presente estudio se considerará el tráfico promedio diario semanal al 100% es decir el volumen real sin utilizar factores de mayoración debido a que se realizó el aforo durante una semana teniendo valores fiables. De ésta manera el resultado para el sentido desde Loja a Catamayo es un TPDS=2959 veh, Tabla 3.10 Mientras que para el sentido Catamayo Loja TPDS = 2954 veh, Tabla 3.12 la sumatoria de ambos sentidos equivale a TPDST = 5913 veh. Cabe mencionar que se ha realizado la siguiente agrupación: Vehículos Livianos (clase 1, clase 2, clase 3); Camiones Livianos (Clase 3 y Clase 4); Camiones Pesados (Clase 5 a Clase 12).

3.2.3.1.1. Sentido Loja – Catamayo.

**Tabla 3.9 Variación diaria del volumen total de tránsito vía Loja-Catamayo aplicando ecuación 2.7.**

VARIACIÓN DIARIA DEL VOLUMEN TOTAL DE TRANSITO VÍA LOJA-CATAMAYO EN UN SOLO SENTIDO DESDE LOJA HACIA CATAMAYO, SEMANA DEL 3 AL 09 DE ABRIL DEL 2014			
Día	Transito Diario	(Tdi-TPDS)	(Tdi-TPDS) <sup>2</sup>
JUEVES	2770	-189	35721
VIERNES	3267	308	94864
SÁBADO	3319	360	129600
DOMINGO	3106	147	21609
LUNES	2874	-85	7225
MARTES	2670	-289	83521
MIERCOLES	2704	-255	65025
TOTAL	20710	$\sum(TDI-TPDS)^2$	437565

Fuente: El autor.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(TDI - TPDS)^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{437565}{7 - 1}} = 270$$

**Tabla 3.10 Tráfico promedio diario semanal del volumen de tránsito vía Loja-Catamayo.**

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL DEL VOLUMEN DE TRANSITO VÍA LOJA-CATAMAYO EN UN SOLO SENTIDO DESDE LOJA HACIA CATAMAYO, SEMANA del 03 al 09 de Abril DEL 2014				
	VEHICULOS LIVIANOS	CAMIONES LIVIANOS	CAMIONES PESADOS	TOTAL
TPDS PROMEDIO SEMANAL	2451	476	32	2959
TPDS PROMEDIO SEMANAL EN %	82.83%	16.09%	1.08%	100.00%
desviación estándar		s=	270	
RANGO DEL TPDA				
rango del TPDA	Zc=1.64	TPDA 90%	2935	2451
	Zc=1.96	TPDA 95%	2982	2404

Fuente: El autor.

Zc = Valor crítico o coeficiente de confianza, dependiente del nivel de confianza deseado. Para una distribución normal y un nivel de confianza de 90%, Zc=1,64. Si el nivel de confianza se aumenta a 95%, Zc=1,96.

**3.2.3.1.2. Sentido Catamayo - Loja.**

**Tabla 3.11 Variación diaria del volumen de tránsito vía Catamayo Loja.**

VARIACIÓN DIARIA DEL VOLUMEN TOTAL DE TRANSITO VÍA LOJA-CATAMAYO EN UN SOLO SENTIDO DESDE CATAMAYO HACIA LOJA, SEMANA DEL 10 AL 16 DE ABRIL DEL 2014			
Día	Transito Diario	(Tdi-TPDS)	(Tdi-TPDS)^2
JUEVES	3187	233	54289
VIERNES	2674	-280	78400
SÁBADO	2926	-28	784
DOMINGO	3458	504	254016
LUNES	2745	-209	43681
MARTES	2760	-194	37636
MIÉRCOLES	2935	-19	361
TOTAL	20685	$\sum(TDI-TPDS)^2$	469167

Fuente: El autor.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(TDI - TPDS)^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{469167}{7 - 1}} = 280$$



**Tabla 3.12 Tráfico promedio diario semanal del volumen de tránsito vía Catamayo-Loja.**

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL DEL VOLUMEN DE TRANSITO VÍA LOJA-CATAMAYO EN UN SOLO SENTIDO DESDE CATAMAYO HACIA LOJA, SEMANA del 10 al 21 de Abril DEL 2014				
	VEHICULOS LIVIANOS	CAMIONES LIVIANOS	CAMIONES PESADOS	TOTAL
TPDS PROMEDIO SEMANAL	2396	531	27	2954
TPDS PROMEDIO SEMANAL EN %	81.11%	17.98%	0.91%	100.00%
desviación estándar	s=		280	
	RANGO DEL TPDA			
	zc=1.64	TPDA 90%	3126	2782
	Zc=1.96	TPDA 95%	3160	2748

Fuente: El autor.

### 3.2.3.2. Variación diaria del volumen de tránsito vía Loja-Zamora.

Para el presente estudio se considerará el tráfico promedio diario semanal al 100% es decir el volumen real sin utilizar factores de mayoración debido a que se realizó el aforo durante una semana teniendo valores fiables, tenemos así que el resultado para el sentido desde Loja hacia Zamora es un TPDS=1166 veh. Tabla 3.14 Mientras que para el sentido Zamora-Loja TPDS = 1135 veh, Tabla 3.16, la sumatoria de ambos sentidos equivale a TPDST = 2301 veh. Cabe mencionar que se ha realizado la siguiente agrupación: Vehículos Livianos (clase 1, clase 2, clase 3); Camiones Livianos (Clase 3 y Clase 4); Camiones Pesados (Clase 5 a Clase 12).

#### 3.2.3.2.1. Sentido Zamora – Loja

**Tabla 3.13 Variación diaria del volumen de transito vía Zamora-Loja aplicando ecuación 2.7.**

VARIACIÓN DIARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO VÍA ZAMORA-LOJA EN UN SOLO SENTIDO DESDE ZAMORA HACIA LOJA, SEMANA del 25 de Marzo al 1 de Abril DEL 2014			
Día	Transito Diario	(Tdi-TPDS)	(Tdi-TPDS)^2
MARTES	1041	-94	8836
MIERCOLES	1025	-110	12100
JUEVES	1058	-77	5929
VIERNES	1443	308	94864
SÁBADO	1187	52	2704
DOMINGO	1067	-68	4624

LUNES	1128	-7	49
TOTAL	7949	$\sum(TDI-TPDS)^2$	129106

Fuente: El autor.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(TDI - TPDS)^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{129106}{7 - 1}} = 147$$

**Tabla 3.14 Tráfico promedio diario semanal del volumen de tránsito vía Zamora-Loja.**

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL DEL VOLUMEN DE TRANSITO VÍA LOJA-ZAMORA EN UN SOLO SENTIDO DESDE ZAMORA HACIA LOJA, SEMANA del 25 DE Marzo al 01 de Abril DEL 2014				
	VEHICULOS LIVIANOS	CAMIONES LIVIANOS	CAMIONES PESADOS	TOTAL
TPDS PROMEDIO SEMANAL	943	175	17	1135
TPDS PROMEDIO SEMANAL EN %	83.08%	15.42%	1.50%	100.00%
desviación estándar		s=	147	
RANGO DEL TPDA				
	zc=1.64	TPDA 90%	1226	1046
	Zc=1.96	TPDA 95%	1244	1028

Fuente: El autor.

Zc = Valor crítico o coeficiente de confianza, dependiente del nivel de confianza deseado. Para una distribución normal y un nivel de confianza de 90%, Zc=1,64. Si el nivel de confianza se aumenta a 95%, Zc=1,96.

### 3.2.3.2.2. Sentido Loja - Zamora.

**Tabla 3.15 Variación diaria del volumen de transito vía Loja Zamora**

VARIACIÓN DIARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO VÍA LOJA-CATAMAYO EN UN SOLO SENTIDO DESDE LOJA HACIA ZAMORA, SEMANA del 20 al 24 de MARZO DEL 2014			
Día	Transito Diario	(Tdi-TPDS)	(Tdi-TPDS)^2
JUEVES	1089	-77	5929
VIERNES	1245	79	6241
SÁBADO	1283	117	13689
DOMINGO	980	-186	34596

LUNES	1235	69	4761
TOTAL	5832	$\sum(TDI-TPDS)^2$	65216

Fuente: El autor.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(TDI - TPDS)^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{65216}{5 - 1}} = 128$$

**Tabla 3.16 Tráfico promedio diario semanal del volumen de tránsito vía Loja-Zamora.**

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL DEL VOLUMEN DE TRANSITO VÍA LOJA-ZAMORA EN UN SOLO SENTIDO DESDE LOJA HACIA ZAMORA, SEMANA del 20 al 24 de Marzo DEL 2014				
	VEHICULOS LIVIANOS	CAMIONES LIVIANOS	CAMIONES PESADOS	TOTAL
TPDS PROMEDIO SEMANAL	961	193	12	1166
TPDS PROMEDIO SEMANAL EN %	82.42%	16.55%	1.03%	100.00%
desviación estándar	s=		128	
	RANGO DEL TPDA			
	zc=1.64	TPDA 90%	1259	1073
	Zc=1.96	TPDA 95%	1277	1055

Fuente: El autor.

### 3.2.4. Volúmenes de tránsito futuro.

#### 3.2.4.1. Cálculo de correlación de variables.

A continuación se presenta el cálculo de correlación de variables para cada tipo de vehículo:

**Tabla 3.17 Correlación vehículos livianos utilizando ecuación 2.13**

CORRELACIÓN VEHÍCULOS LIVIANOS				
X	LIVIANOS	X*Y	X^2	Y^2
1	4427	4427	1	19598329
2	4778	9556	4	22829284
3	5812	17436	9	33779344
4	6604	26416	16	43612816
5	7151	35755	25	51136801
6	8075	48450	36	65205625
7	8998	62986	49	80964004
8	9677	77416	64	93644329

9		11156	100404	81	124456336
10		9532	95320	100	90859024
11		10705	117755	121	114597025
12		12767	153204	144	162996289
13		14735	191555	169	217120225
14		18174	254436	196	330294276
15		25658	384870	225	658332964
16		30833	493328	256	950673889
<b>SUMATORIA:</b>	<b>136</b>	<b>189082</b>	<b>2073314</b>	<b>1496</b>	<b>3060100560</b>

Fuente: El autor.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i * \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{16 * 2073314 - 136 * 189082}{\sqrt{(16 * 1496 - 136^2) * (16 * 3060100560 - 189082^2)}}$$

$$r = 0,8797 * 100\%$$

$$r = 87,97\%$$

**Tabla 3.18 Correlación Vehículos Camiones Livianos**

<b>CORRELACION VEHÍCULOS CAMIÓN LIVIANO</b>				
X	CAMIÓN LIVIANO	X*Y	X^2	Y^2
1	4834	4834	1	23367556
2	5578	11156	4	31114084
3	6266	18798	9	39262756
4	6835	27340	16	46717225
5	5666	28330	25	32103556
6	7071	42426	36	49999041
7	8474	59318	49	71808676
8	8467	67736	64	71690089
9	9679	87111	81	93683041
10	7289	72890	100	53129521
11	8721	95931	121	76055841
12	9297	111564	144	86434209
13	10351	134563	169	107143201
14	13525	189350	196	182925625
<b>105</b>	<b>112053</b>	<b>951347</b>	<b>1015</b>	<b>965434421</b>

Fuente: El autor.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i * \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{14 * 951347 - 105 * 112053}{\sqrt{(14 * 1015 - 105^2) * (14 * 965434421 - 112053^2)}}$$

$$r = 0,8882 * 100\%$$

$$r = 88,82\%$$

**Tabla 3.19 Correlación vehículos camión grande**

<b>CORRELACION VEHÍCULOS CAMIÓN GRANDE</b>				
X	CAMIÓN GRANDE	X*Y	X^2	Y^2
1	224	224	1	50176
2	250	500	4	62500
3	273	819	9	74529
4	325	1300	16	105625
5	322	1610	25	103684
6	359	2154	36	128881
7	394	2758	49	155236
8	386	3088	64	148996
9	491	4419	81	241081
10	760	7600	100	577600
11	605	6655	121	366025
12	574	6888	144	329476
13	482	6266	169	232324
14	840	11760	196	705600
105	6285	56041	1015	3281733

Fuente: El autor.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i * \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{14 * 56041 - 105 * 6285}{\sqrt{(14 * 1015 - 105^2) * (14 * 3281733 - 6285^2)}}$$

$$r = 0,8701 * 100\%$$

$$r = 87,01\%$$

### 3.2.4.2. Cálculo de modelo matemático.

#### 3.2.4.2.1. Regresión lineal.

A continuación se presentan las regresiones realizadas mediante las ecuaciones 2.11 y 2.12 para determinar el modelo matemático a seguir para realizar las proyecciones y posteriormente determinar las tasas de crecimiento:

**Tabla 3.20 Regresión lineal por el método de los mínimos cuadrados**

Años	Livianos Real	x*y	x^2
0	4427	0	0
1	4778	4778	1
2	5812	11624	4
3	6604	19812	9
4	7151	28604	16
5	8075	40375	25
6	8998	53988	36
7	9677	67739	49
8	11156	89248	64
9	9532	85788	81
10	10705	107050	100
11	12767	140437	121
12	14735	176820	144
13	18174	236262	169
14	25658	359212	196
15	30833	462495	225
120	189082	1884232	1240

Fuente: El autor.

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i * \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$a = \frac{16 * 1884232 - 120 * 189082}{16 * 1240 - 120^2}$$

$$a = 1370,9323$$

$$b = \frac{\sum x_i \sum x_i y_i - \sum y_i * \sum x_i^2}{(\sum x_i)^2 - n \sum x_i^2}$$

$$b = \frac{120 * 1884232 - 189082 * 1240}{(120)^2 - 16 * 1240}$$

$$b = 1535,6323$$

Nuestro modelo queda representado por la siguiente ecuación:

$$y = ax + b$$

$$y = 1370,9323x + 1535,6323$$

Dónde:

a: Pendiente o el grado de inclinación de la recta.

b: El intercepto con el eje de las ordenadas (y).

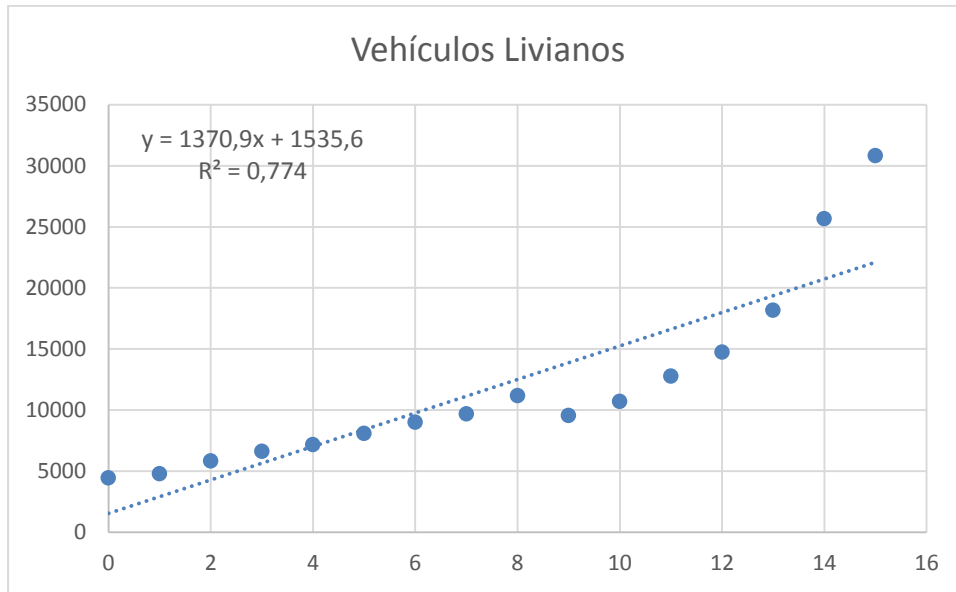
Con el objeto de agilizar el cálculo del modelo matemático para cada tipo de vehículo se utiliza el software Microsoft Excel quedando así las siguientes gráficas con sus respectivos modelos:

**Tabla 3.21 Datos históricos del parque automotor matriculado en la provincia de Loja.**

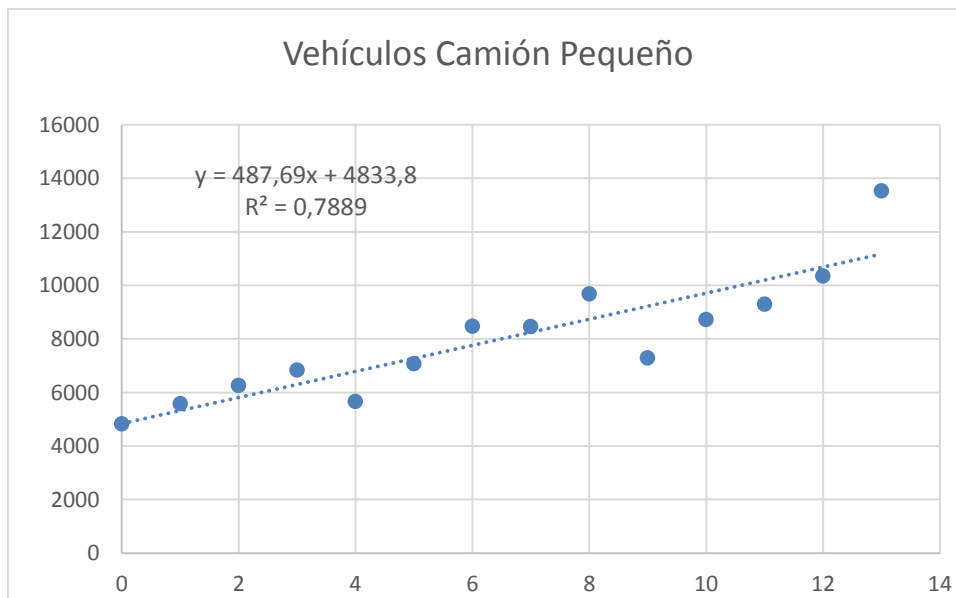
DATOS PARA EL ANALISIS DE REGRESION				
PROVINCIA: LOJA				
AÑOS	PARQUE AUTOMOTOR			
	LIVIANOS	CAMIÓN PEQUEÑO O LIVIANO	CAMIÓN GRANDE O PESADO	TOTAL
1998	4427	4834	224	9485
1999	4778	5578	250	10606
2000	5812	6266	273	12351
2001	6604	6835	325	13764
2002	7151	5666	322	13139
2003	8075	7071	359	15505
2004	8998	8474	394	17866
2005	9677	8467	386	18530
2006	11156	9679	491	21326
2007	9532	7289	1181	18002
2008	10705	8721	760	20186
2009	12767	9297	1443	23507
2010	14735	10351	605	25691
2011	18174	13525	574	32273
2012	25658	694	482	26834
2013	30833	1271	840	32944

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC

Elaboración: El autor.



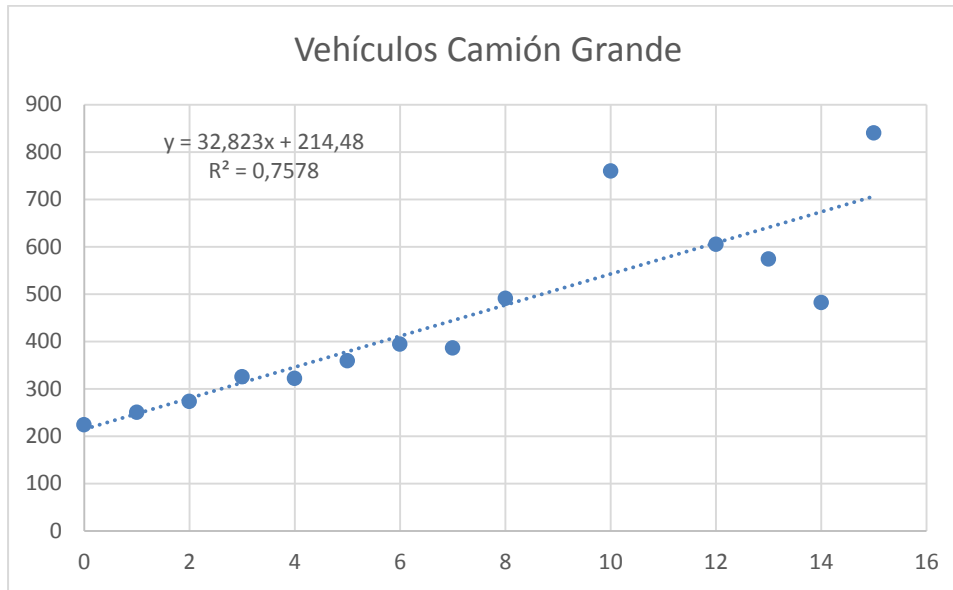
**Figura 3.20 Modelo de regresión para vehículos livianos**  
 Fuente: El autor.



**Figura 3.21 Modelo de regresión para vehículos tipo camión pequeño o liviano**  
 Fuente: El autor.

NOTA: Se descartan los datos de años que se encuentran fuera del rango.





**Figura 3.22 Modelo de regresión para vehículos tipo camión grande o pesado**

Fuente: El autor.

NOTA: Se descartan los datos de años que se encuentran fuera del rango.

### 3.2.4.3. Cálculo de las tasas de crecimiento.

Para obtener las tasas de crecimiento primero se proyecta los vehículos matriculados para cada año requerido aplicando los modelos matemáticos antes descritos, una vez que se obtiene el número de vehículos para cada año y para cada tipo se procede a determinar las tasas de crecimiento por el método geométrico a ser aplicadas en nuestro proyecto.

#### 3.2.4.3.1. Método geométrico.

Mediante este método, se asume que el crecimiento de la población es proporcional al tamaño de ésta. En este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el usado para el método aritmético, con la siguiente fórmula se calcula la población futura:

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

Dónde:

Pf: Población Futura (veh).

Pa: Población actual (veh).

n: Período de diseño (años).

r: tasa de crecimiento anual %

Para calcular las tasas de crecimiento vehicular para la zona de estudio se utilizó los datos históricos del parque automotor matriculado en la provincia de Loja debido a que ésta provincia es la que mayor influencia tendrá en el flujo vehicular.

**Tabla 3.22 Proyecciones de vehículos matriculados y tasas de crecimiento por el método geométrico.**

Años	Livianos Proyectado	Tasa de Crecimiento	Camión Pequeño Proyectado	Tasa de Crecimiento	Camión Grande Proyectado	Tasa de Crecimiento
2014	23470	10,99	12637	6,19	740	7,75
2015	24841	10,68	13125	6,05	772	7,55
2016	26212	10,39	13612	5,92	805	7,37
2017	27583	10,11	14100	5,80	838	7,19
2018	28954	9,84	14588	5,68	871	7,03
2019	30325	9,60	15075	5,57	904	6,87
2020	31695	9,36	15563	5,46	937	6,72
2021	33066	9,14	16051	5,36	969	6,58
2022	34437	8,92	16538	5,26	1002	6,44
2023	35808	8,72	17026	5,17	1035	6,31
2024	37179	8,53	17514	5,08	1068	6,19
2025	38550	8,35	18001	4,99	1101	6,07
2026	39921	8,17	18489	4,91	1134	5,96
2027	41292	8,00	18977	4,83	1166	5,85
2028	42663	7,84	19465	4,75	1199	5,75
2029	44034	7,69	19952	4,68	1232	5,65
2030	45404	7,55	20440	4,61	1265	5,56
2031	46775	7,41	20928	4,54	1298	5,47
2032	48146	7,27	21415	4,47	1330	5,38
2033	49517	7,14	21903	4,41	1363	5,30
2034	50888	7,02	22391	4,35	1396	5,21
2035	52259	6,90	22878	4,29	1429	5,14
	Prom: r=	8,51	Prom: r=	5,06	Prom: r=	6,17

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC

Elaboración: El autor.

### 3.2.4.4. *Pronóstico del volumen de tránsito futuro.*

#### 3.2.4.4.1. *Tráfico futuro Loja – Catamayo.*

Utilizando las tasas de crecimiento de la tabla 3.26 se pudo determinar el TPDA futuro para los carriles en análisis así como para diferentes años de los mismos.

Tabla 3.23 Resumen de proyecciones vía Loja-Catamayo semana del 3 al 09 de abril del 2014.

RESUMEN DE PROYECCIONES SEMANA DEL 3 AL 09 DE ABRIL							
VÍA LOJA - CATAMAYO			SENTIDO: LOJA - CATAMAYO				
TIPO DE VEHICULO	TPDAi	%	TPDA 2015	TPDA 2020	TPDA 2025	TPDA 2030	TPDA 2035
LIVIANOS	2451	82,83%	2713	4193	5919	7849	9950
CAMIÓN LIVIANO	476	16,09%	505	655	813	979	1150
CAMIÓN PESADO	32	1,08%	34	47	61	76	92
TOTAL	2959	100,00%	3252	4895	6794	8904	11191

Fuente: El autor.

3.2.4.4.2. Tráfico Futuro Catamayo – Loja.

Tabla 3.24 Resumen de proyecciones vía Catamayo-Loja semana del 10 al 17 de abril del 2014.

RESUMEN DE PROYECCIONES SEMANA DEL 10 AL 17 DE ABRIL							
VÍA LOJA - CATAMAYO			SENTIDO: CATAMAYO - LOJA				
TIPO DE VEHICULO	TPDAi	%	TPDA 2015	TPDA 2020	TPDA 2025	TPDA 2030	TPDA 2035
LIVIANOS	2396	80,97%	2652	4099	5786	7673	9726
CAMIÓN LIVIANO	531	17,95%	563	730	907	1092	1283
CAMIÓN PESADO	27	0,91%	29	40	52	64	77
TOTAL	2954	99,83%	3244	4869	6745	8829	11087

Fuente: El autor.

3.2.4.4.3. Tráfico Futuro Loja – Zamora.

Tabla 3.25 Resumen de proyecciones vía Loja-Zamora semana del 19 al 25 de marzo del 2014.

RESUMEN DE PROYECCIONES SEMANA DEL 19 AL 25 DE MARZO							
VÍA LOJA-ZAMORA			SENTIDO: LOJA - ZAMORA				
TIPO DE VEHICULO	TPDAi	%	TPDA 2015	TPDA 2020	TPDA 2025	TPDA 2030	TPDA 2035
LIVIANOS	961	82,42%	1064	1644	2321	3078	3901
CAMIÓN LIVIANO	193	16,55%	205	265	330	397	466
CAMIÓN PESADO	12	1,03%	13	18	23	29	34
TOTAL	1166	100,00%	1281	1927	2674	3503	4402

Fuente: El autor.

3.2.4.4. Tráfico futuro Zamora – Loja.

Tabla 3.26 Resumen de proyecciones vía Zamora-Loja semana del 25 de marzo al 01 de abril del 2014.

RESUMEN DE PROYECCIONES SEMANA DEL 25 DE MARZO AL 01 DE ABRIL							
VÍA LOJA - ZAMORA		SENTIDO: ZAMORA - LOJA					
TIPO DE VEHICULO	TPDAi	%	TPDA 2015	TPDA 2020	TPDA 2025	TPDA 2030	TPDA 2035
LIVIANOS	943	80,87%	1044	1613	2277	3020	3828
CAMIÓN LIVIANO	175	15,01%	186	241	299	360	423
CAMIÓN PESADO	17	1,46%	18	25	33	40	49
TOTAL	1135	97,34%	1248	1879	2609	3420	4300

Fuente: El autor.

3.2.4.5. Comparación del volumen de tránsito obtenido con información historizada.

Del análisis comparativo observamos que las tasas de crecimiento utilizadas por el Ministerio de Transporte para su estimación de tráfico promedio diario anual del año 2004 presentado en su Informe Técnico N° 004 – 2011, se verían incrementadas notoriamente por el aumento en el parque automotor así como un mejor estado de las vías en análisis, lo cual ha influido en el incremento de flujo vehicular de las vías, dado que el TPDA proyectado para el año 2015 para dos carriles en la vía Loja Catamayo según la información historizada es de 4023 vehículos mientras que del estudio realizado se determina un TPDA para el mismo año en los dos sentidos de 6496 veh, encontrando una diferencia de 2473 vehículos; Para la vía Loja Zamora según la información historizada  $TPDA_{2015} = 1345$  veh; y del estudio realizado se obtuvo un  $TPDA_{2015} = 2529$  veh; determinando un incremento de 1184 veh.

Tabla 3.27 Comparación de tasas de crecimiento entre el MTOP y las calculadas en el presente estudio.

COMPARACIÓN DE TASAS DE CRECIMIENTO ENTRE EL MTOP Y LAS CALCULADAS EN EL ESTUDIO												
AÑO	VEHÍCULOS LIVIANOS				VEHÍCULOS CAMIÓN PEQUEÑO				VEHÍCULOS CAMIÓN GRANDE			
	MTOP	ESTUDIO		Diferencia de Tasa de Crecimiento	MTOP	ESTUDIO		Diferencia de Tasa de Crecimiento	MTOP	ESTUDIO		Diferencia de Tasa de Crecimiento
	Tasa de Crecimiento	Tasa de Crecimiento Promedio	Tasa de Crecimiento		Tasa de Crecimiento MTOP	Tasa de Crecimiento Promedio	Tasa de Crecimiento		Tasa de Crecimiento MTOP	Tasa de Crecimiento Promedio	Tasa de Crecimiento	
2014	3,97	10,83	10,99	6,86	1,97	6,12	6,19	4,15	1,94	7,65	7,75	5,71
2015			10,68				6,05				7,55	
2016	3,57	9,86	10,39	6,29	1,78	5,68	5,92	3,90	1,74	7,03	7,37	5,29
2017			10,11				5,80				7,19	
2018			9,84				5,68				7,03	
2019			9,60				5,57				6,87	
2020			9,36				5,46				6,72	
2021			9,14				5,36				6,58	
2022	3,25	7,91	8,92	4,66	1,62	4,78	5,26	3,16	1,58	5,79	6,44	4,21
2023			8,72				5,17				6,31	
2024			8,53				5,08				6,19	
2025			8,35				4,99				6,07	
2026			8,17				4,91				5,96	
2027			8,00				4,83				5,85	
2028			7,84				4,75				5,75	
2029			7,69				4,68				5,65	
2030			7,55				4,61				5,56	
2031			7,41				4,54				5,47	
2032			7,27				4,47				5,38	
2033			7,14				4,41				5,30	
2034			7,02				4,35				5,21	
2035	6,90	4,29	5,14									
		Prom: r=	8,51			Prom: r=	5,06			Prom: r=	6,17	

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Elaboración: El autor.

3.2.4.5.1. Comparación del tráfico Futuro Loja – Catamayo y Loja – Zamora dos sentidos.

Tabla 3.28 Resumen de proyecciones año base 2004 vía Loja-Catamayo.

RESUMEN DE PROYECCIONES AÑO BASE 2004									
VÍA LOJA-CATAMAYO		DOS SENTIDOS							
TIPO DE VEHICULO	TPD Ai	%	TPDA 2005	TPDA 2010	TPDA 2015	TPDA 2020	TPDA 2025	TPDA 2030	TPDA 2035
LIVIANOS	2053	74.41%	2145	2669	3150	3599	4019	4716	5533
CAMIÓN LIVIANO	285	10.33%	291	325	353	378	399	433	469
CAMIÓN PESADO	421	15.26%	430	479	520	555	585	633	4485
TOTAL	2759	100.00%	2866	3473	4023	4532	5003	5782	10487

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas, (MOTP, Informe Técnico N° 004-2011 para la Rehabilitación de la Vía Loja Cuenca, 2011).

Elaborado por: El autor

Tabla 3.29 Resumen de proyecciones año base 2014 vía Loja-Catamayo.

RESUMEN DE PROYECCIONES SEMANA AÑO BASE 2014							
VÍA LOJA - ZAMORA		DOS SENTIDOS					
TIPO DE VEHICULO	TPDAi	%	TPDA 2015	TPDA 2020	TPDA 2025	TPDA 2030	TPDA 2035
LIVIANOS	4847	81,97%	5365	8291	11706	15523	19676
CAMIÓN LIVIANO	1007	17,03%	1068	1385	1721	2071	2433
CAMIÓN PESADO	59	1,00%	63	87	113	140	169
TOTAL	5913	100,00%	6496	9764	13539	17734	22278

Fuente: El autor.

3.2.4.5.2. Tráfico futuro Loja – Zamora.

Tabla 3.30 Resumen de proyecciones año base 2004 vía Loja-Zamora.

RESUMEN DE PROYECCIONES AÑO BASE 2004									
VÍA LOJA-ZAMORA		DOS SENTIDOS							
TIPO DE VEHICULO	TPDAi	%	TPDA 2005	TPDA 2010	TPDA 2015	TPDA 2020	TPDA 2025	TPDA 2030	TPDA 2035
LIVIANOS	686	74.40%	717	892	1053	1202	1343	1576	1849
CAMIÓN LIVIANO	96	10.41%	98	110	119	127	135	146	158
CAMIÓN PESADO	140	15.18%	143	159	173	184	195	210	228
TOTAL	922	100.00%	958	1161	1345	1513	1673	1932	2235

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas, (MOTP, Informe Técnico N° 004-2011 para la Rehabilitación de la Vía Loja Cuenca, 2011).

Elaborado por: El autor

**Tabla 3.31 Resumen de proyecciones año base 2014 vía Loja-Zamora.**

<b>RESUMEN DE PROYECCIONES SEMANA AÑO BASE 2014</b>							
<b>VÍA LOJA - ZAMORA</b>		<b>DOS SENTIDOS</b>					
TIPO DE VEHICULO	TPDAi	%	TPDA 2015	TPDA 2020	TPDA 2025	TPDA 2030	TPDA 2035
LIVIANOS	1904	82,75%	2107	3257	4598	6098	7729
CAMIÓN LIVIANO	368	15,99%	390	506	629	757	889
CAMIÓN PESADO	29	1,26%	31	43	55	69	83
<b>TOTAL</b>	<b>2301</b>	<b>100,00%</b>	<b>2529</b>	<b>3806</b>	<b>5282</b>	<b>6923</b>	<b>8701</b>

Fuente: El autor.

## CONCLUSIONES

### Conclusiones Loja Catamayo.

- El TPDA es igual a 6496 vehículos en los dos sentidos distribuidos en 3252 veh para el sentido Loja-Catamayo y 3244 veh para el sentido Catamayo-Loja para el año 2015.
- La tasa de crecimiento para el año 2014 en base a los estudios del MTOP es de 3,97% para vehículos livianos, 1,97% para Camiones pequeños y 1,94% para Camiones grandes y en base a los aforos realiza realizados es 10,83%, 6,12% y 7,65% respectivamente por lo que se observa que hay un incremento del 6,86% en vehículos livianos, 4,15% en Camiones Pequeños y 5,71% en Camiones Grandes entre lo proyectado en el 2004 con lo real.

### Vía Loja Camayo sentido desde Loja hacia Catamayo.

- La composición vehicular en el sentido Loja Catamayo es el 81,87% de la clase 2 es decir: automóviles tipo sedán, vagón, 4X4 y busetas, el 15,08% de camiones o autobuses de 2 ejes y el 3,05% de otros vehículos.
- El factor de hora de máxima demanda varía entre 0,73 y 0,95 por lo que las condiciones operativas de la carretera variarán sustancialmente.
- La hora de máxima demanda de lunes a viernes se encuentra entre las 5h45 y las 7h45 para la mañana y en la tarde entre las 15h15 y las 16h45. La influencia de los viajes en la mañana y tarde desde el aeropuerto de Catamayo caracteriza el flujo durante la semana.
- La hora de máxima demanda para los días sábado y domingo son: de 10h30 a 12h30 para la mañana y durante la tarde de 12h45 a 15h00.
- La densidad de flujo varía entre 3,6 veh/km hasta 5,7 veh/km en la mañana y en la tarde entre 3,8 veh/km y 6,3 veh/km.
- Los días viernes, sábado y domingo se registra un mayor flujo vehicular que el TPDS.
- El día sábado existe un Tráfico de 3319 vehículos siendo el mayor de los aforados durante la semana, mientras que el menor es 2670 correspondiente al día martes.
- El TPDS de la presente vía es 2959 vehículos con una desviación estándar de 270 veh, es decir que el TPDS puede variar entre 2689 y 3229 vehículos.



- El TPDA en base a los vehículos matriculados para el año 2015 es de 3252 veh y su proyección para el año 2025 = 6794 veh, y para el año 2035 = 11191 veh.

### **Vía Loja Catamayo sentido desde Catamayo hacia Loja.**

- La composición vehicular en el sentido Catamayo - Loja es el 80,09% de clase 2, por el 16,94% de clase 4 y el 2,97% por otros vehículos.
- El factor de hora de máxima demanda varía entre 0,65 y 0,94 por lo que las condiciones operativas de la carretera variarán sustancialmente.
- La hora de máxima demanda de lunes a viernes se encuentra entre las 7h15 y las 9h15 para la mañana y en la tarde entre las 16h30 y las 18h30. La influencia de los viajes en la mañana y tarde desde el aeropuerto de Catamayo caracteriza el flujo durante la semana.
- La hora de máxima demanda para los días sábado y domingo son: de 10h15 a 12h15 para la mañana y durante la tarde de 13h45 a 18h30.
- La densidad de flujo varía entre 2,4 veh/km hasta 5,9 veh/km en la mañana y en la tarde entre 3,7 veh/km y 8,0 veh/km.
- Los días jueves y domingo se registra un mayor flujo vehicular que el TPDS.
- El día domingo existe un Tráfico de 3458 vehículos siendo el mayor de los aforados durante la semana, mientras que el menor es 2674 correspondiente al día viernes.
- El TPDS de la presente vía es 2954 vehículos con una desviación estándar de 280 veh, es decir que el TPDS puede variar entre 2674 y 3224 vehículos.
- El TPDA en base a los vehículos matriculados para el año 2015 es de 3244 veh y su proyección para el año 2025 = 6745 veh, y para el año 2035 = 11087 veh.

### **Conclusiones Loja Zamora.**

- El TPDA es 2529 vehículos en los dos sentidos distribuidos en 1281 veh para el sentido Loja-Zamora y 1248 veh para el sentido Zamora-Loja para el año 2015.
- La tasa de crecimiento para el año 2014 en base a los estudios del MTOP es de 3,97% para vehículos livianos, 1,97% para Camiones pequeños y 1,94% para Camiones grandes y en base a los aforos realiza realizados es 10,83%, 6,12% y 7,65% respectivamente por lo que se observa que hay un incremento del 6,86% en vehículos

livianos, 4,15% en Camiones Pequeños y 5,71% en Camiones Grandes entre lo proyectado en el 2004 con lo real.

#### **Vía Loja Zamora sentido desde Loja hacia Zamora.**

- La composición vehicular en el sentido Loja – Zamora es 82,85% en vehículos de la clase 2 equivalentes a 959 veh, por 168 vehículos de clase 4 con unos 16,94% y 0,21% de otros vehículos.
- El factor de hora de máxima demanda varía entre 0,64 y 0,95 por lo que las condiciones operativas de la carretera variarán sustancialmente.
- La hora de máxima demanda de lunes a viernes se encuentra entre las 6h15 y las 8h00 para la mañana y en la tarde entre las 16h15 y las 18h15. Existe mucha gente que realiza sus labores en Zamora, para lo cual viaja en la mañana y retorna para la tarde a su lugar de residencia. De igual manera existen personas residentes en Zamora pero con sus actividades laborales en Loja, éstos retornan en la tarde.
- La hora de máxima demanda para los días sábado y domingo son: de 10h15 a 12h15 para la mañana y durante la tarde de 13h45 a 18h15.
- La densidad de flujo varía entre 1,2 veh/km hasta 2,5 veh/km en la mañana y en la tarde entre 1,6 veh/km y 2,6 veh/km.
- Los días lunes, viernes y sábado existe un mayor flujo vehicular que el TPDS.
- El día viernes existe un tráfico de 1443 vehículos siendo el mayor de los aforados durante la semana, mientras que el menor es 1025 correspondiente al día miércoles.
- El TPDS de la presente vía es 1166 vehículos con una desviación estándar de 128 veh, es decir que el TPDS puede variar entre 1038 y 1294 vehículos.
- El TPDA en base a los vehículos matriculados para el año 2015 es de 1281 veh y su proyección para el año 2025 = 2674 veh y para el año 2035 = 4402 veh.

#### **Vía Loja Zamora sentido desde Zamora hacia Loja.**

- La composición vehicular en el sentido Zamora-Loja es de 81,68% por vehículos de la clase 2 equivalentes a 927 veh, por 158 vehículos de clase 4 con unos 13,93% y con 4,39% por otros.

- El factor de hora de máxima demanda varía entre 0,63 y 0,86 por lo que las condiciones operativas de la carretera variarán sustancialmente.
- La hora de máxima demanda de lunes a viernes se encuentra entre las 7h45 y las 11h45 para la mañana y en la tarde entre las 15h30 y las 19h00. Existe mucha gente que realiza sus labores en Loja, para lo cual viaja en la mañana y retorna para la tarde a su lugar de residencia.
- La hora de máxima demanda para los días sábado y domingo son: de 8h30 a 12h45 para la mañana y durante la tarde de 15h00 a 18h00.
- La densidad de flujo varía entre 1,1 veh/km hasta 1,9 veh/km en la mañana y en la tarde entre 1,4 veh/km y 2,8 veh/km.
- Los días lunes, viernes y sábado existe un mayor flujo vehicular que el TPDS.
- El día sábado existe un tráfico de 1283 vehículos siendo el mayor de los aforados durante la semana, mientras que el menor es 980 correspondiente al día domingo.
- El TPDS de la presente vía es 1135 vehículos con una desviación estándar de 147 veh, es decir que el TPDS puede variar entre 988 y 1282 vehículos.
- El TPDA para el año 2015 es de 1248 veh y su proyección para el año 2025 = 2609 veh, y para el año 2035 = 4300 veh.

## Cuadro resumen de conclusiones

Tabla 1 Cuadro resumen de conclusiones

Sentido	Loja-Catamayo	Catamayo-Loja	Loja-Zamora	Zamora-Loja
Composición Vehicular	81,87% automóviles tipo sedán, vagón, 4X4 y busetas	80,09% automóviles tipo sedán, vagón, 4X4 y busetas	82,85% automóviles tipo sedán, vagón, 4X4 y busetas	81,68% automóviles tipo sedán, vagón, 4X4 y busetas
	15,08% vehículos tipo camiones pequeños y autobuses.	16,94% vehículos tipo camiones pequeños y autobuses.	16,94% vehículos tipo camiones pequeños y autobuses.	13,93% vehículos tipo camiones pequeños y autobuses.
	3,05% otros vehículos	2,97% otros vehículos	0,21% otros vehículos	4,39% otros vehículos
Hora de Máxima Demanda	De lunes a viernes está entre 5H45 - 7H45 en la mañana y de 15H15 y 16H45 en la tarde.	De lunes a viernes está entre 7H15 - 9H15 en la mañana y de 16H30 y 18H30 en la tarde.	De lunes a viernes está entre 6H15 - 8H00 en la mañana y de 16H15 y 18H15 en la tarde.	De lunes a viernes está entre 7H45 - 11H45 en la mañana y de 15H30 y 19H00 en la tarde.
	El sábado y domingo está entre las 10H30 - 12H30 en la mañana y de 12H45-15H00 en la tarde.	El sábado y domingo está entre las 10H15 - 12H15 en la mañana y de 13H45-18H30 en la tarde.	El sábado y domingo está entre las 10H15 - 12H15 en la mañana y de 13H45-18H15 en la tarde.	El sábado y domingo está entre las 8H30 - 12H45 en la mañana y de 15H00-18H00 en la tarde.
Tráfico Mayor de la Semana	Sábado con 3319 vehículos.	Domingo con 3458 vehículos.	Viernes con 1166 vehículos.	Sábado con 1283 vehículos.
Tráfico Menor de la Semana	Martes con 2670 vehículos.	Viernes con 2674 vehículos.	Miércoles con 1025 vehículos.	Domingo con 980 vehículos.
TPDS	2959 vehículos	2954 vehículos	1166 vehículos	1135 vehículos
Desviación Estándar	270 vehículos	280 vehículos	128 vehículos	147 vehículos
TPDA 2015	3252 vehículos	3244 vehículos	1281 vehículos	1248 vehículos
TPDA año 2025	6794 vehículos	6745 vehículos	2674 vehículos	2609 vehículos
TPDA año 2035	11191 vehículos	11087 vehículos	4402 vehículos	4300 vehículos

Fuente: El autor.

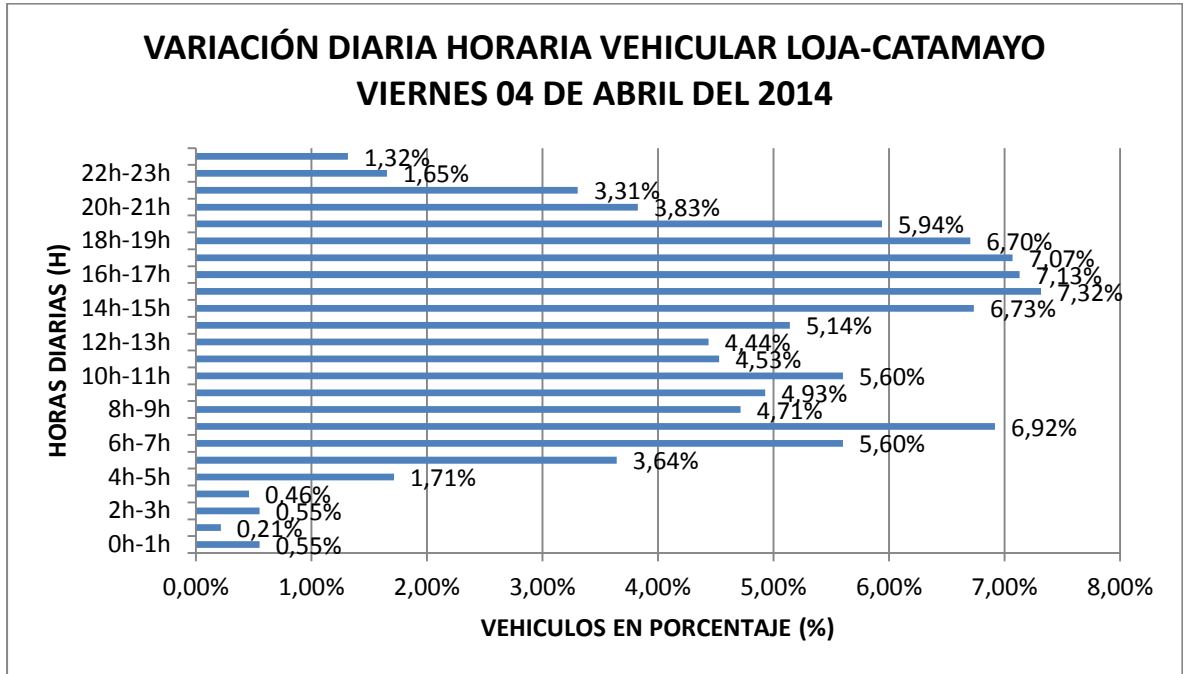
## BIBLIOGRAFÍA

- INAMHI. (2014). Precipitación, Temperatura media del aire. *Boletín Climatológico anual 2013*, 7-20.
- INEC. (2010). *Censo de Población y Vivienda*. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- INVIAS. (2008). *Guía Metodología para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*. Bogota.
- Metrocount. (2013). Equipo Clasificador de vehículos MetroCount 5600. *Manual de Usuario Equipo MetroCount 5600*, 3-10.
- MTOP. (2011). *Informe Técnico N° 004-2011 para la Rehabilitación de la Vía Loja Cuenca*. Loja: Subsecretaría de la Infraestructura del Ministerio de Transporte .
- MTOP. (2014). Mapa del Estado Actual de la Red Vial Estatal. *Estado Actual de la Red Vial Estatal*.
- MTOP. (2014). *Página oficial del Ministerio de Transporte y Obras Públicas*. Obtenido de <http://www.obraspublicas.gob.ec/mapa-estado-de-carreteras-ecuador/>
- Navarro, I. S. (2008). *www.slideshare.net*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/sjnavarro/volmenes-de-transito>
- NEVI. (2012). Norma Ecuatoriana de Vialidad. *Volumen 2A*. Quito, Pichincha, Ecuador: Publicaciones MTOP.
- Rafael Cal; Mayor R, James Cárdenas. (1995). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicación*. D. F. México: Alfaomega grupo editor.
- UNAM. (2011). *www.ptolomeo.unam.mx*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/417/A4.pdf?sequence=4>

## ANEXOS

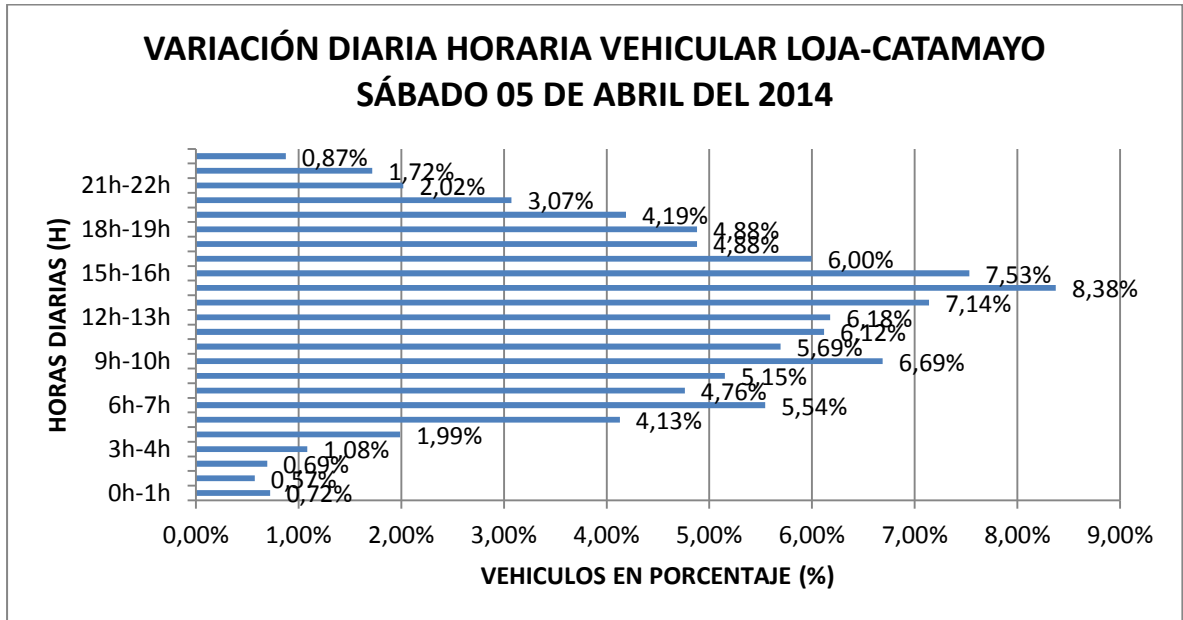
### 1. Anexo 1 Variación diaria horaria vehicular

#### Sentido Loja – Catamayo



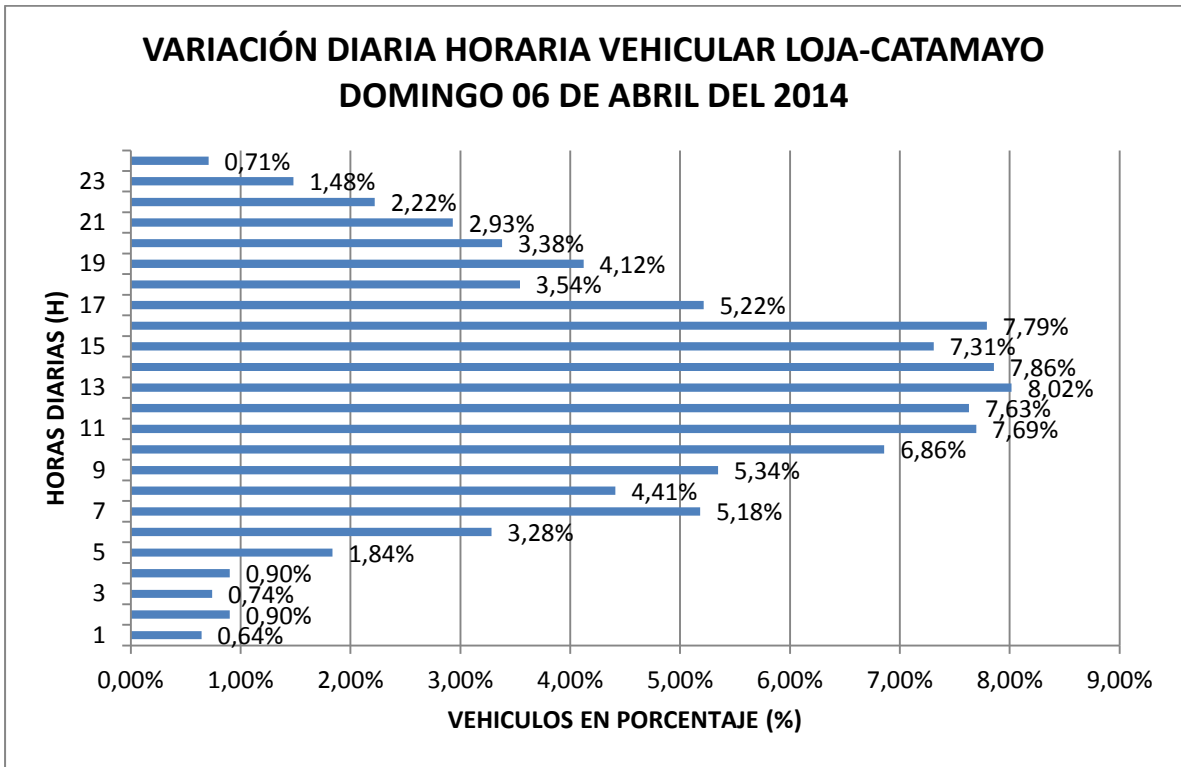
**Anexo 1.1 Variación diaria horaria vehicular Loja-Catamayo viernes 04 de abril del 2014.**

Fuente: El autor.



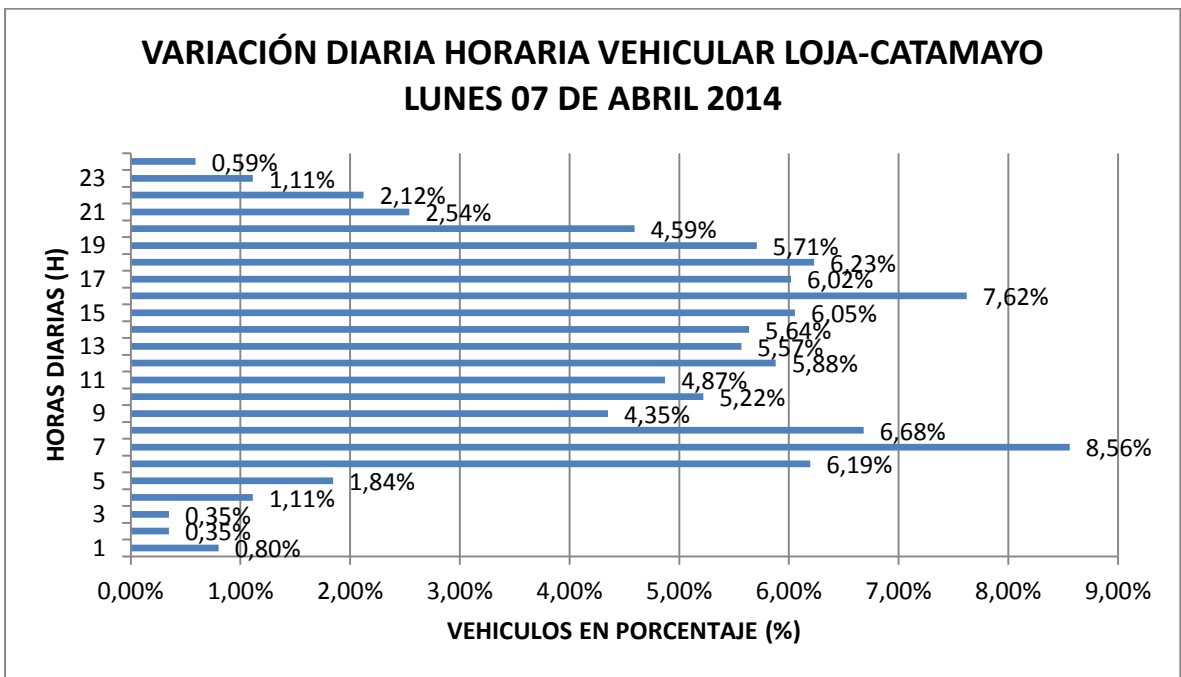
**Anexo 1.2 Variación diaria horaria vehicular vía Loja Catamayo sábado 05 de abril del 2014**

Fuente: El autor.



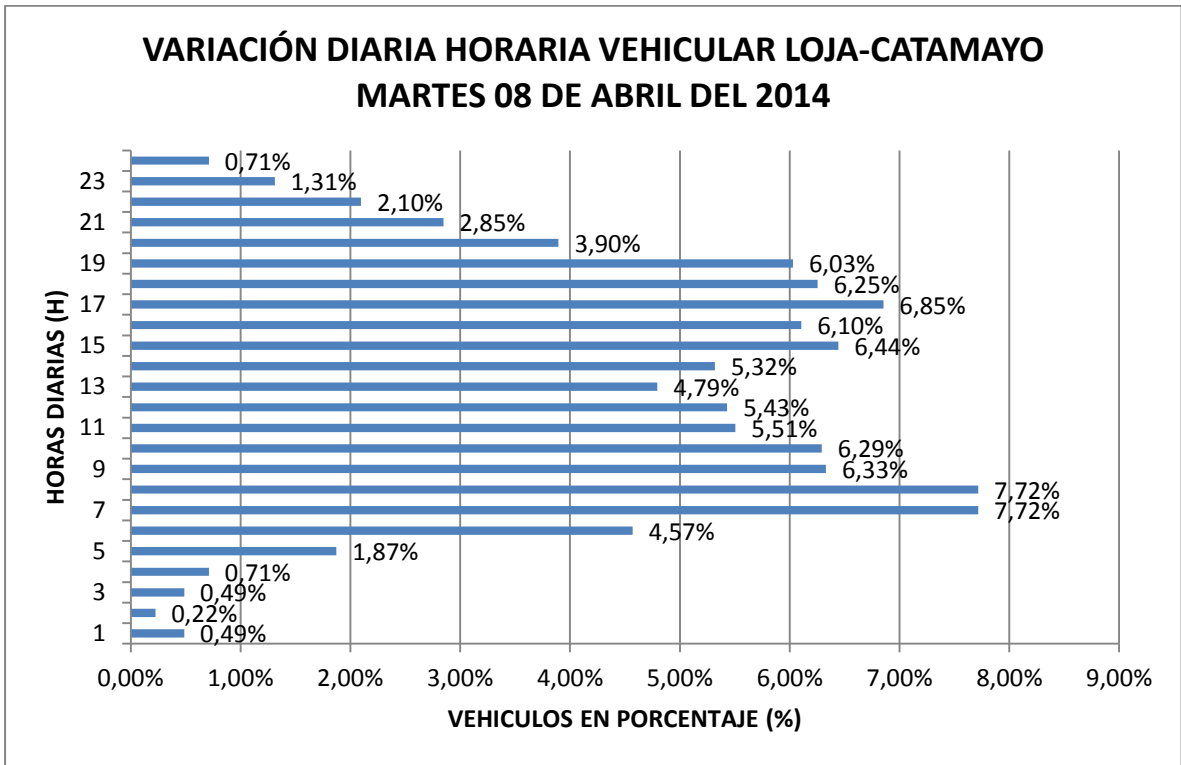
**Anexo 1.3 Variación diaria horaria vehicular vía Loja Catamayo domingo 06 de abril del 2014**

Fuente: El autor.



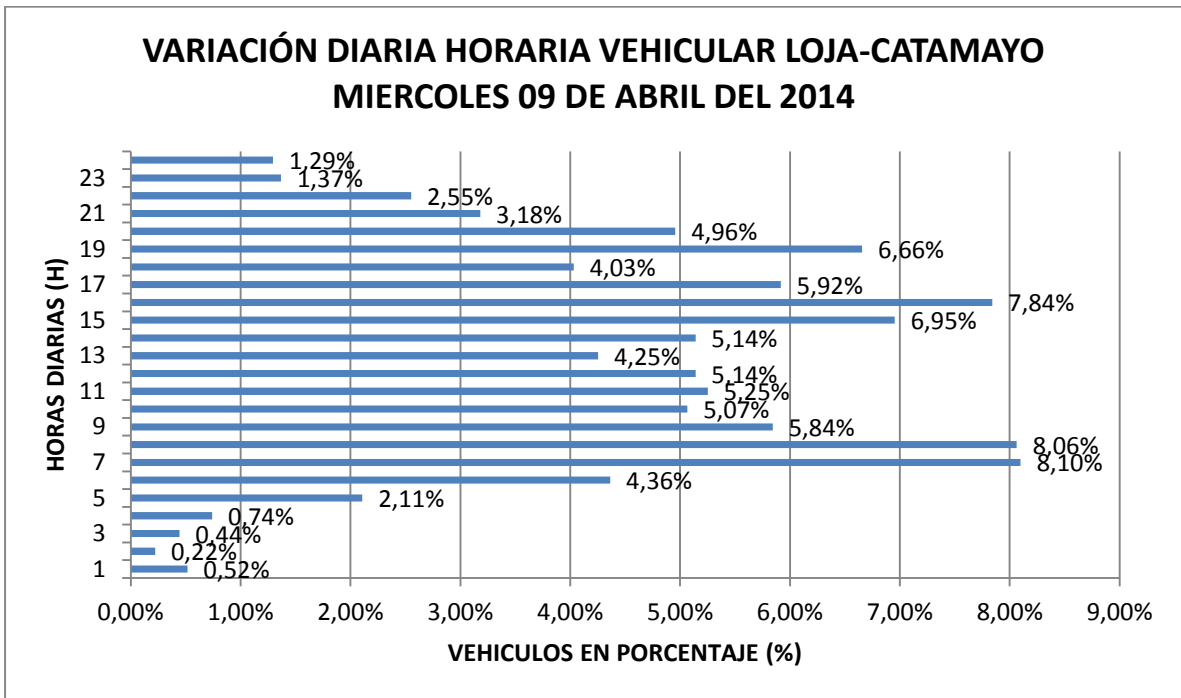
**Anexo 1.4 Variación diaria horaria vehicular vía Loja Catamayo lunes 07 de abril del 2014**

Fuente: El autor.



**Anexo 1.5 Variación diaria horaria vehicular vía Loja Catamayo martes 08 de abril del 2014**

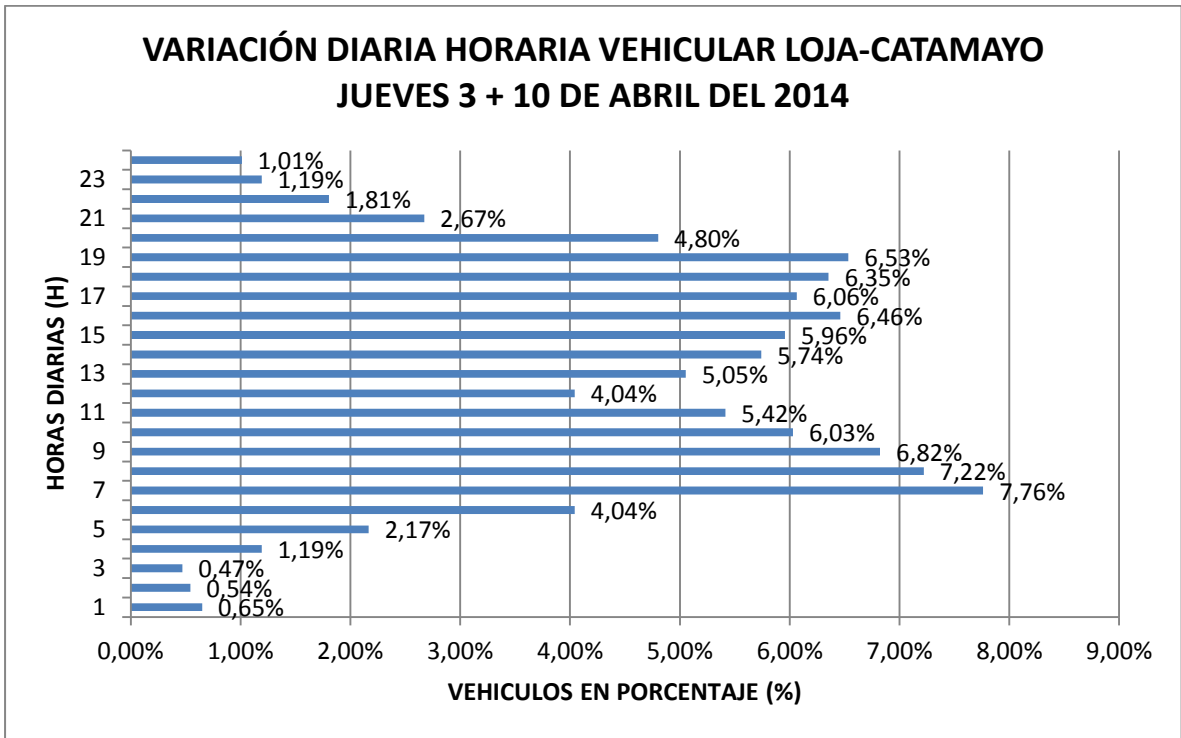
Fuente: El autor.



**Anexo 1.6 Variación diaria horaria vehicular vía Loja Catamayo miércoles 09 de abril del 2014**

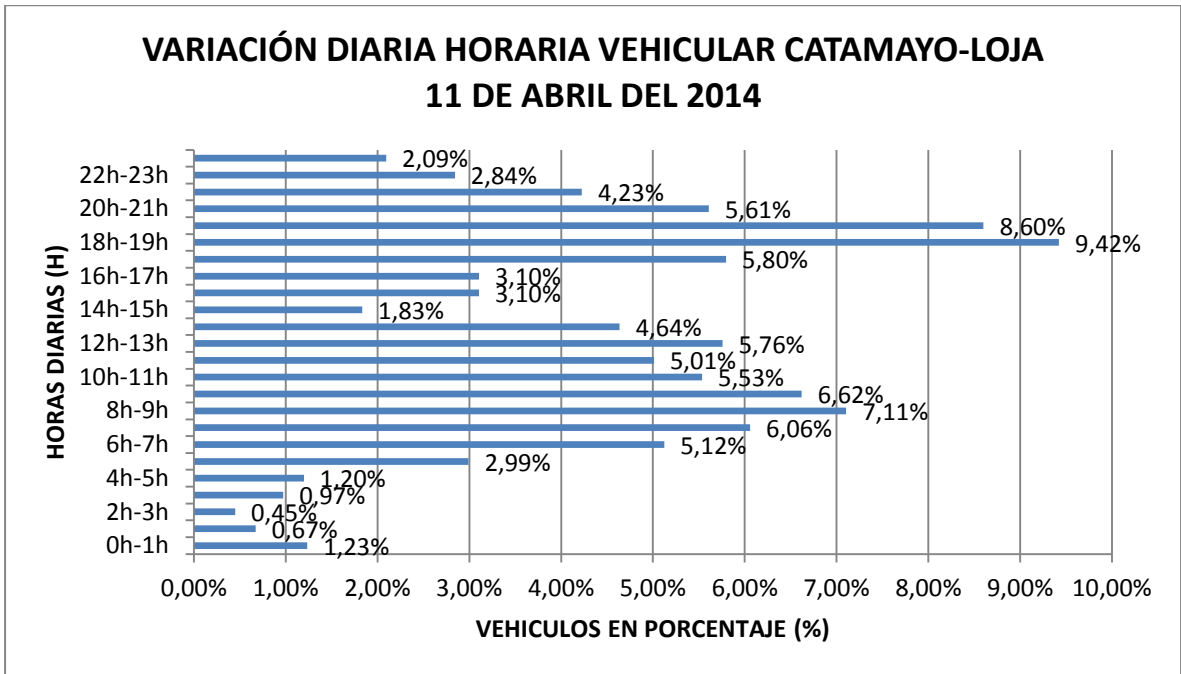
Fuente: El autor.



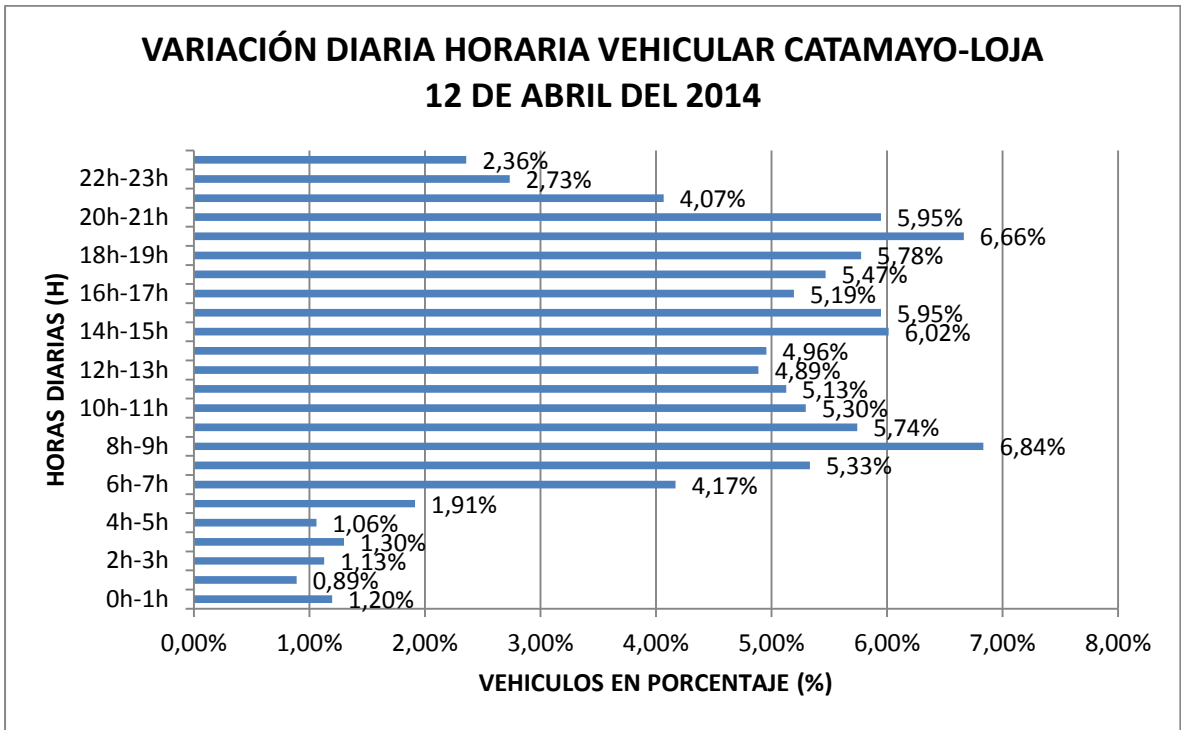


**Anexo 1.7 Variación diaria horaria vehicular vía Loja Catamayo jueves 03 y 10 de abril del 2014**  
Fuente: El autor.

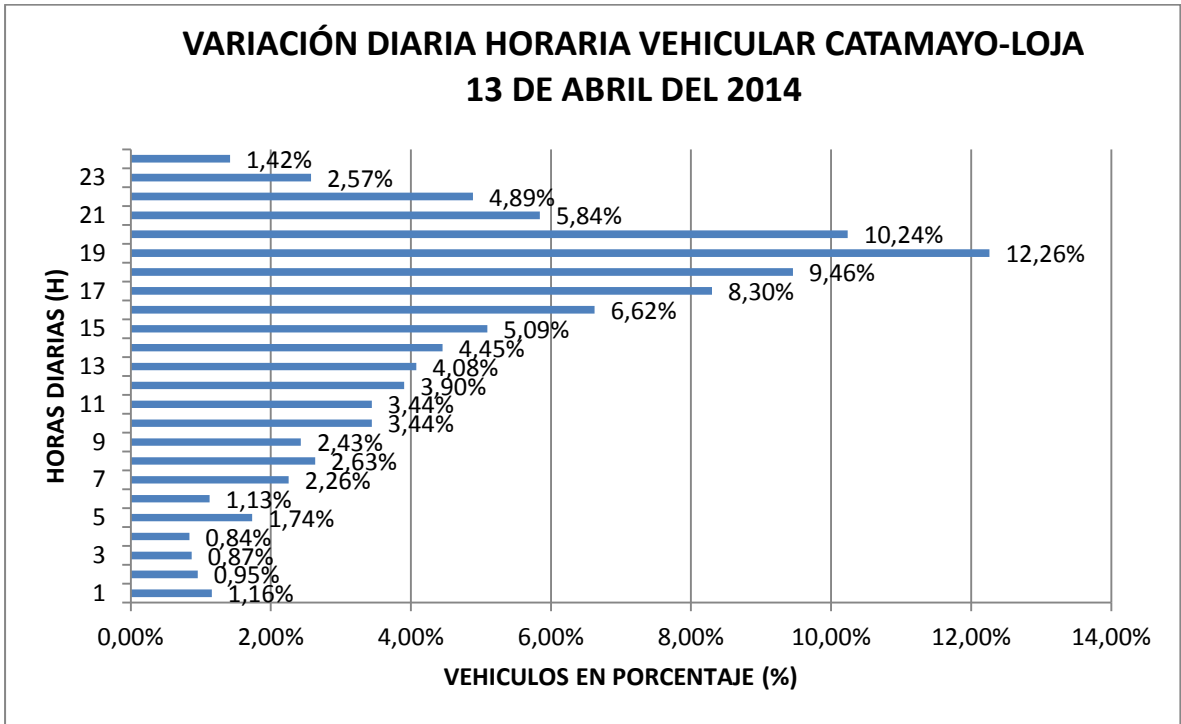
**Sentido Catamayo - Loja**



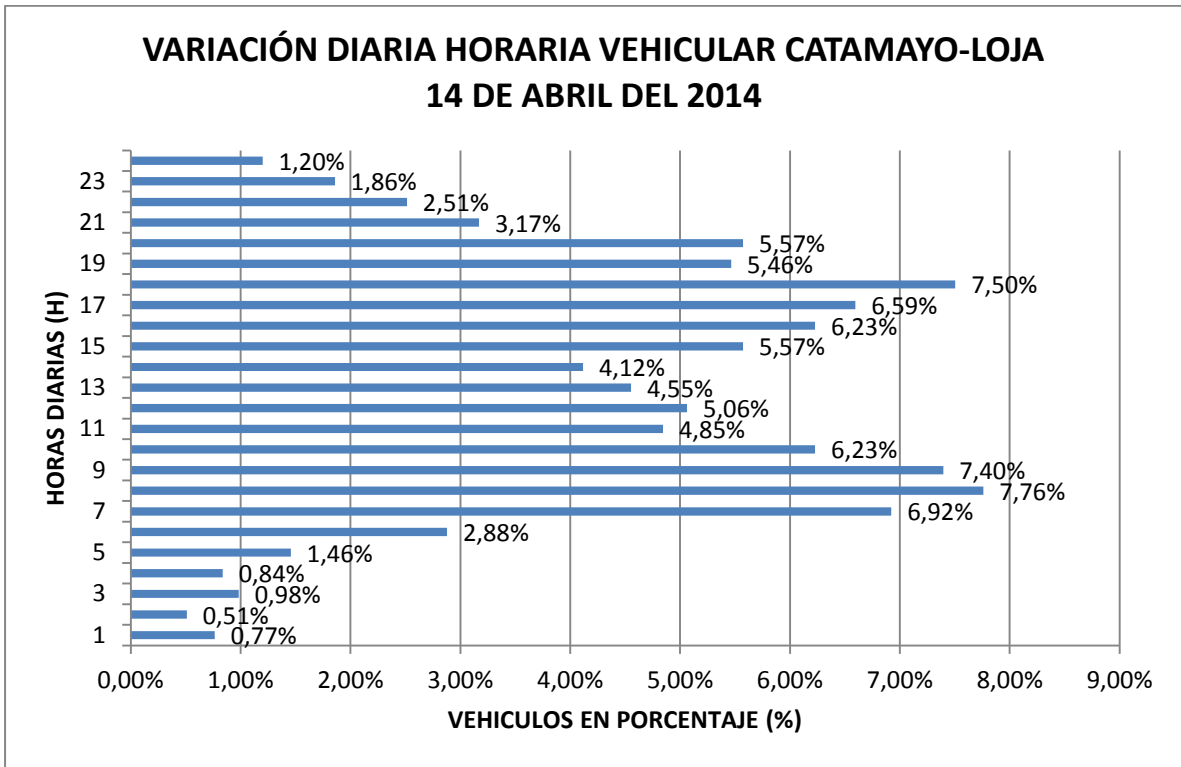
**Anexo 1.8 Variación diaria horaria vehicular vía Catamayo Loja viernes 11 de abril del 2014**  
Fuente: El autor.



**Anexo 1.9** Variación diaria horaria vehicular vía Catamayo Loja sábado 12 de abril del 2014  
Fuente: El autor.

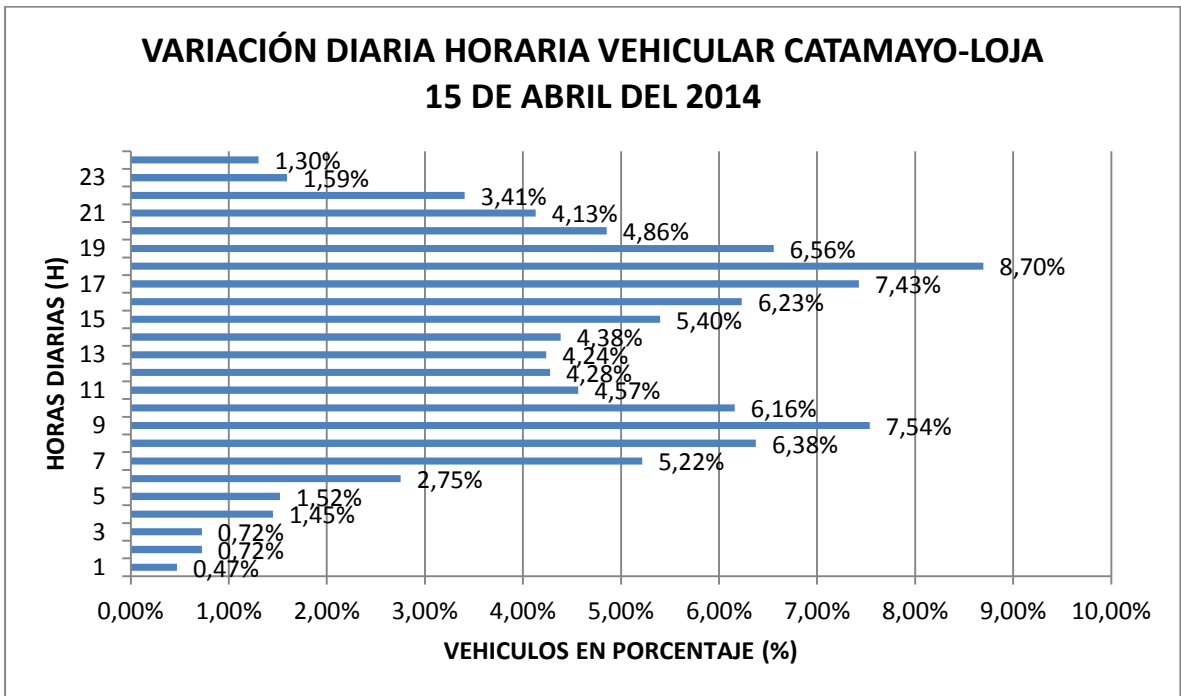


**Anexo 1.10** Variación diaria horaria vehicular vía Catamayo Loja domingo 13 de abril del 2014  
Fuente: El autor.



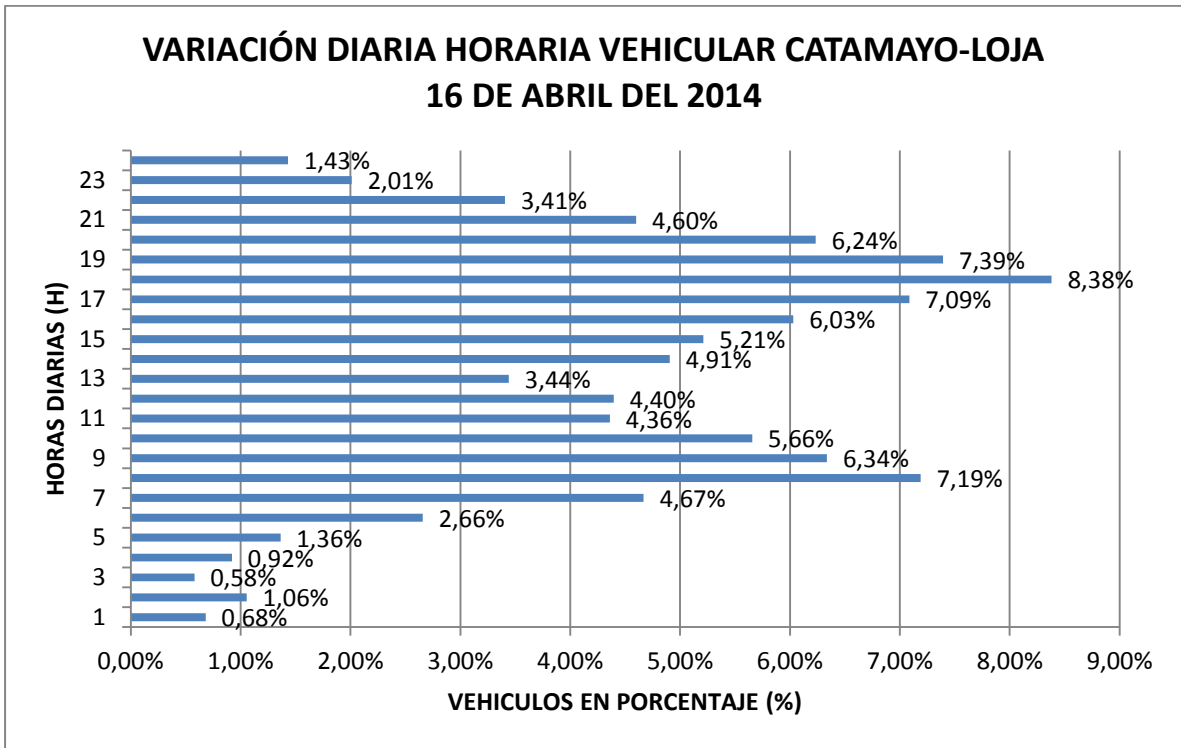
**Anexo 1.11 Variación diaria horaria vehicular vía Catamayo Loja lunes 14 de abril del 2014**

Fuente: El autor.

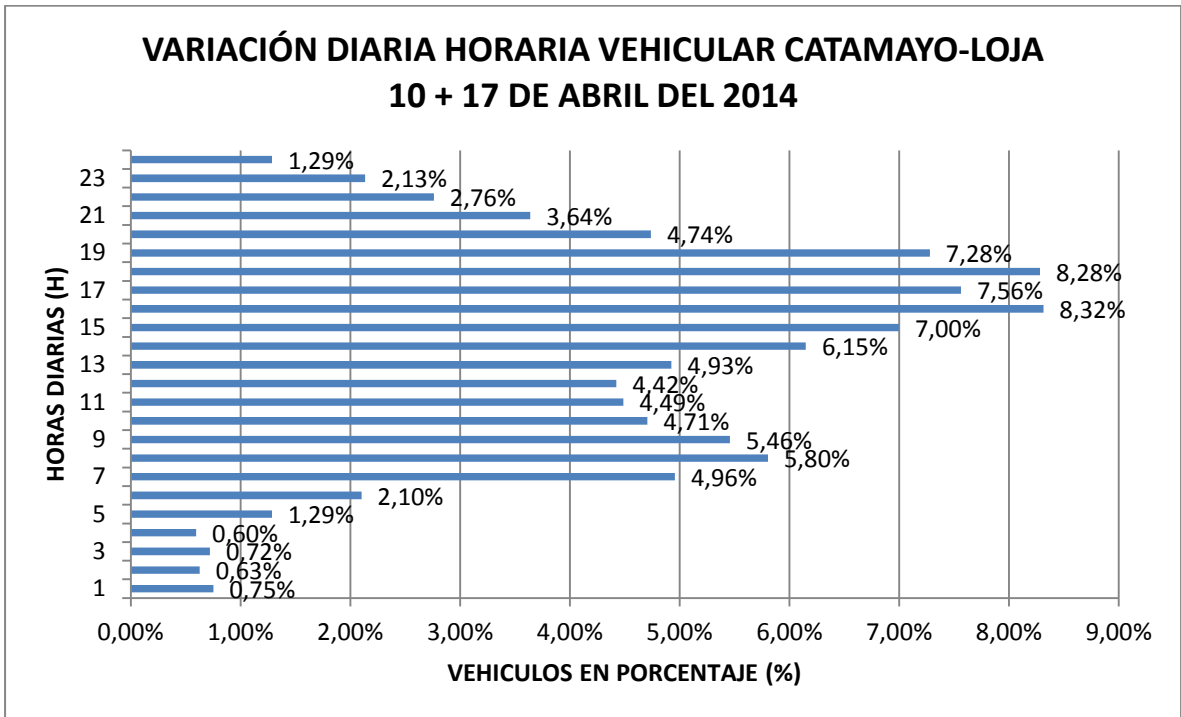


**Anexo 1.12 Variación diaria horaria vehicular vía Catamayo Loja martes 15 de abril del 2014**

Fuente: El autor.

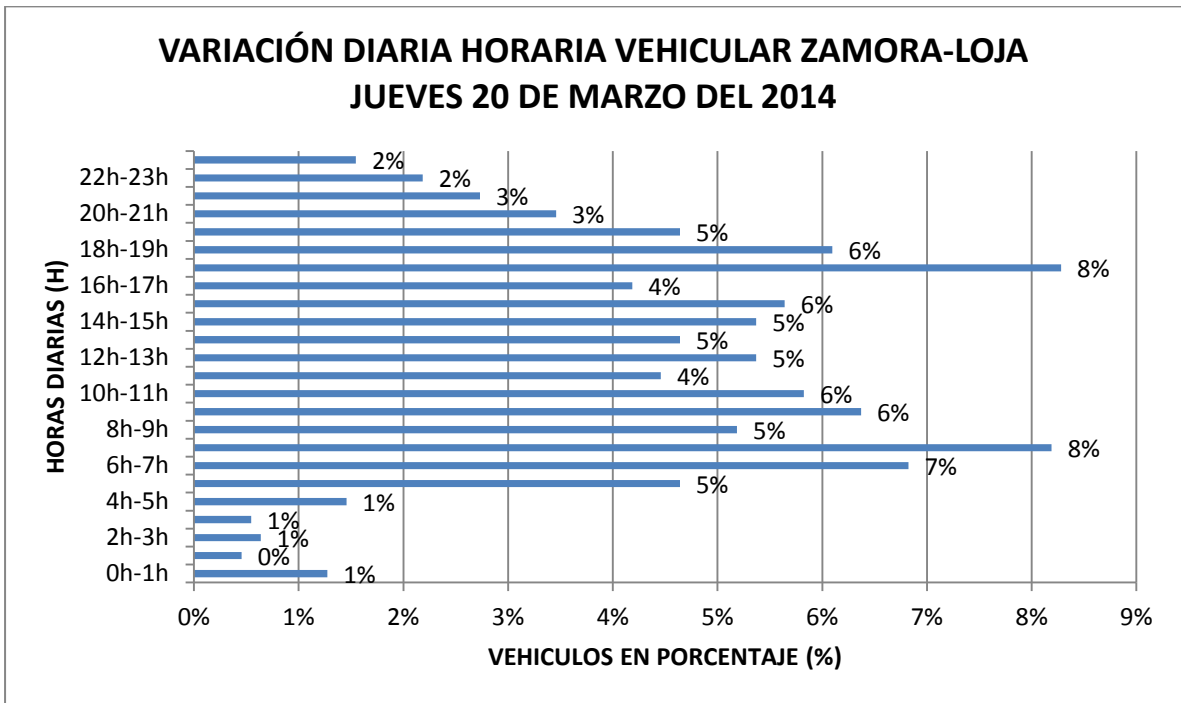


**Anexo 1.13 Variación diaria horaria vehicular vía Catamayo Loja miércoles 16 de abril del 2014**  
Fuente: El autor.



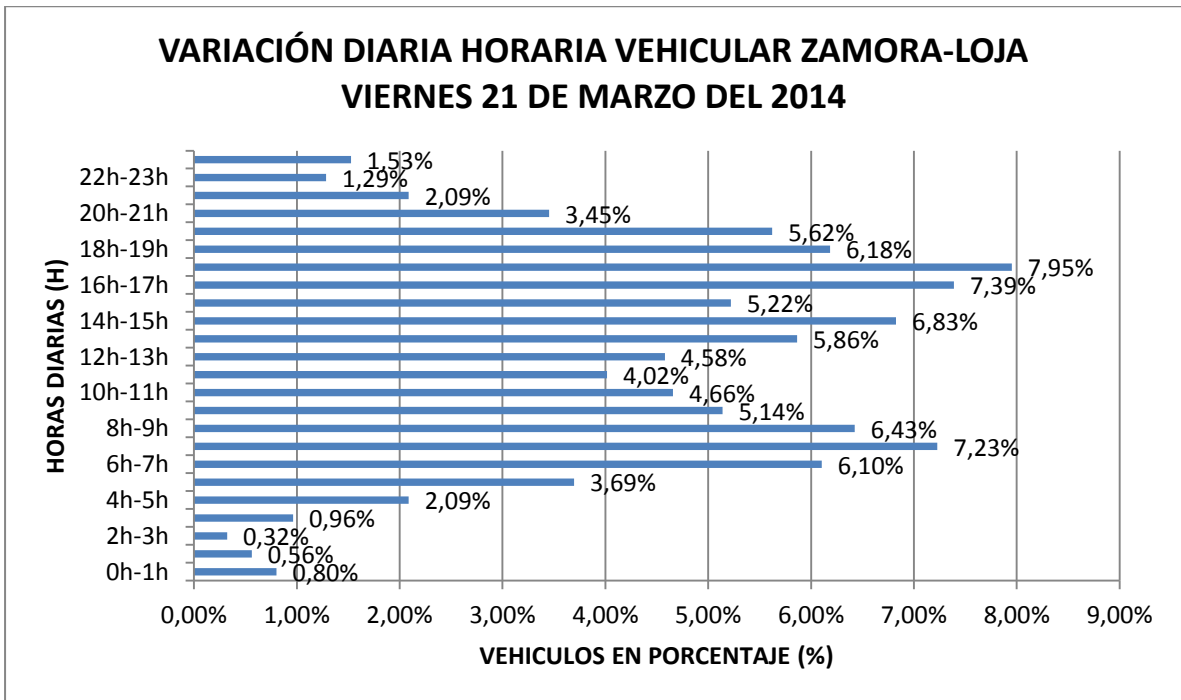
**Anexo 1.14 Variación diaria horaria vehicular vía Catamayo Loja miércoles 10 y 17 de abril del 2014**  
Fuente: El autor.

**Sentido Zamora –Loja**



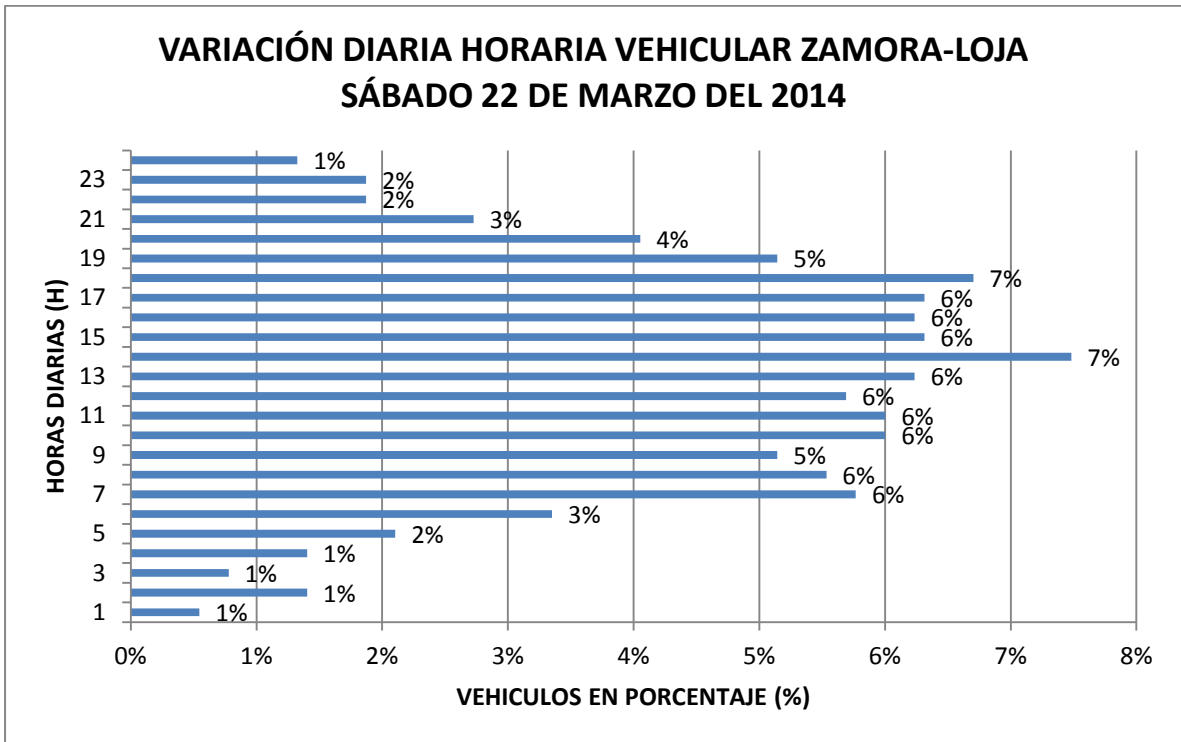
**Anexo 1.15 Variación diaria horaria vehicular vía Zamora Loja jueves 20 de abril del 2014**

Fuente: El autor.

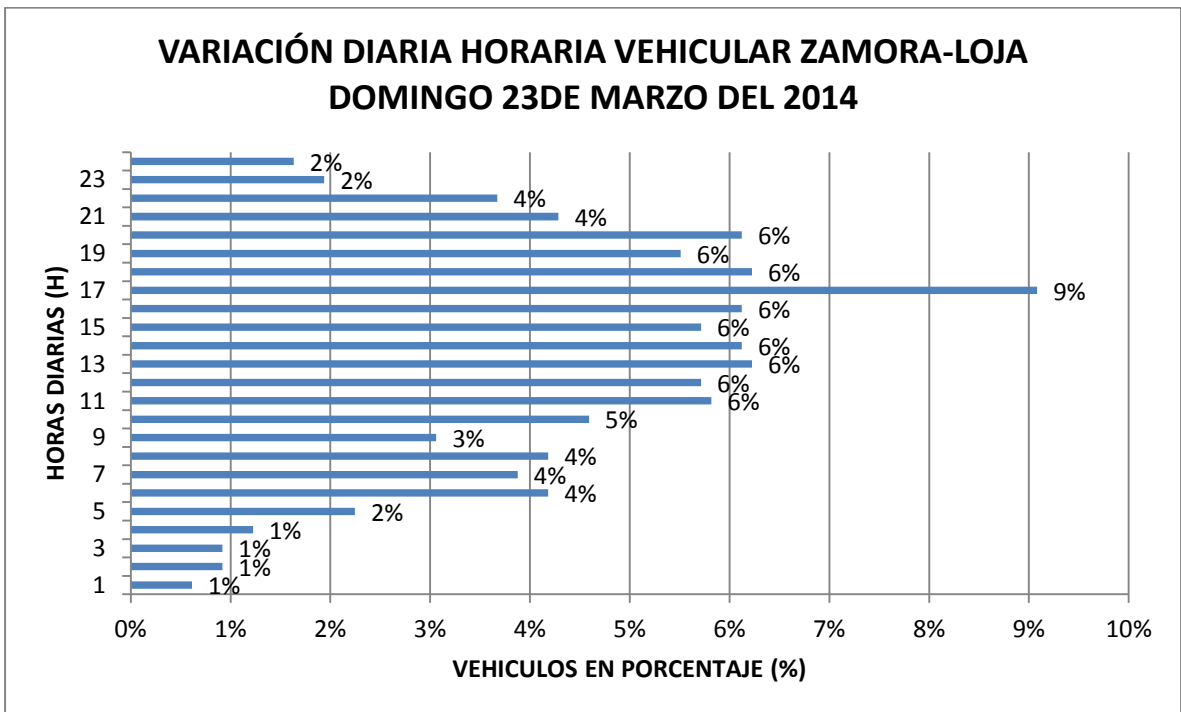


**Anexo 1.16 Variación diaria horaria vehicular vía Zamora Loja viernes 21 de abril del 2014**

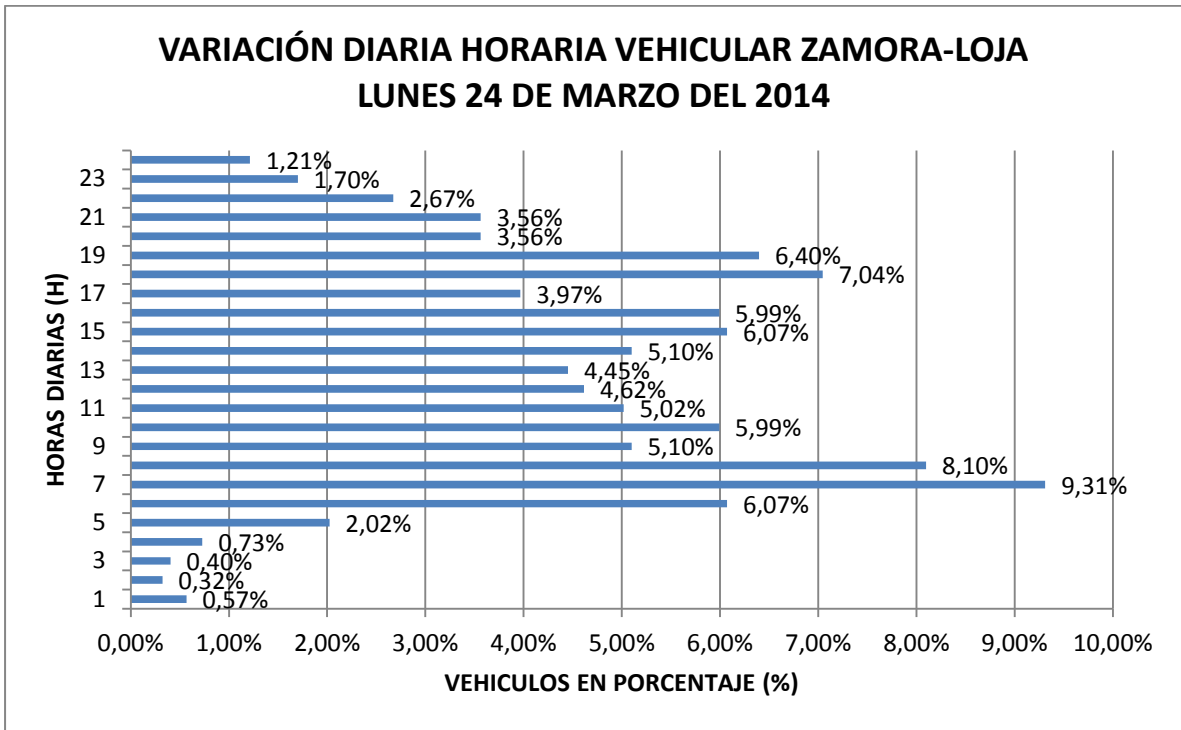
Fuente: El autor.



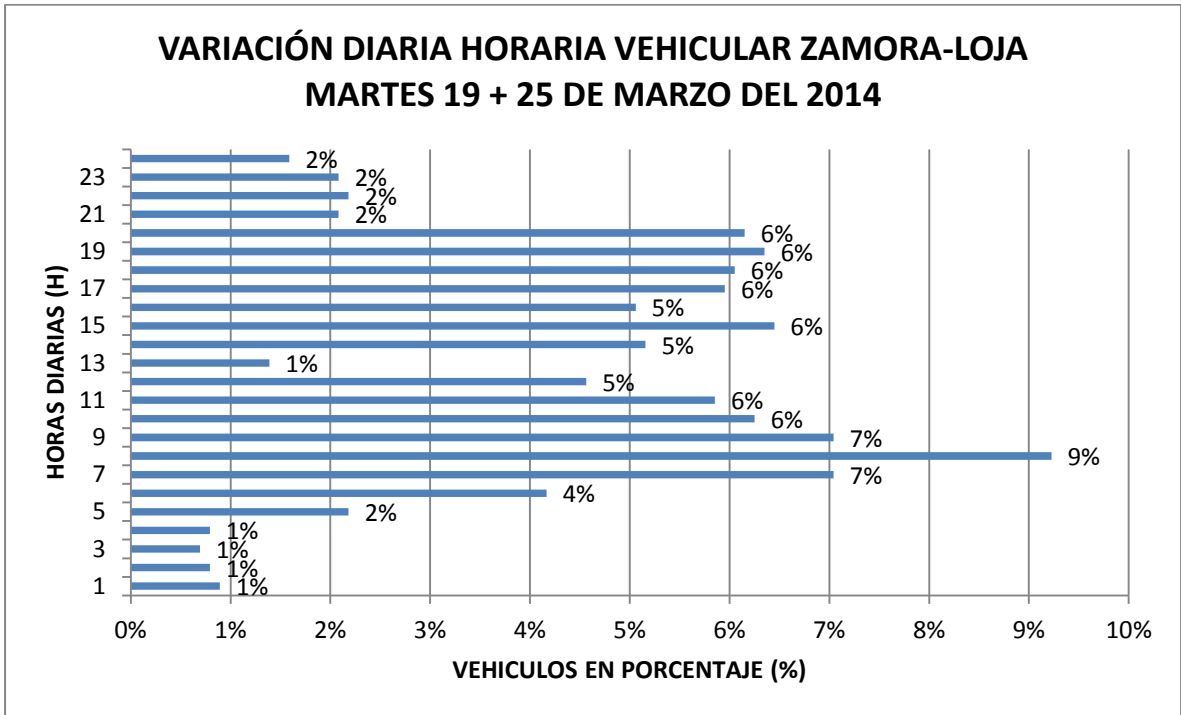
**Anexo 1.17 Variación diaria horaria vehicular vía Zamora Loja sábado 22 de abril del 2014**  
Fuente: El autor.



**Anexo 1.18 Variación diaria horaria vehicular vía Zamora Loja domingo 23 de abril del 2014**  
Fuente: El autor.

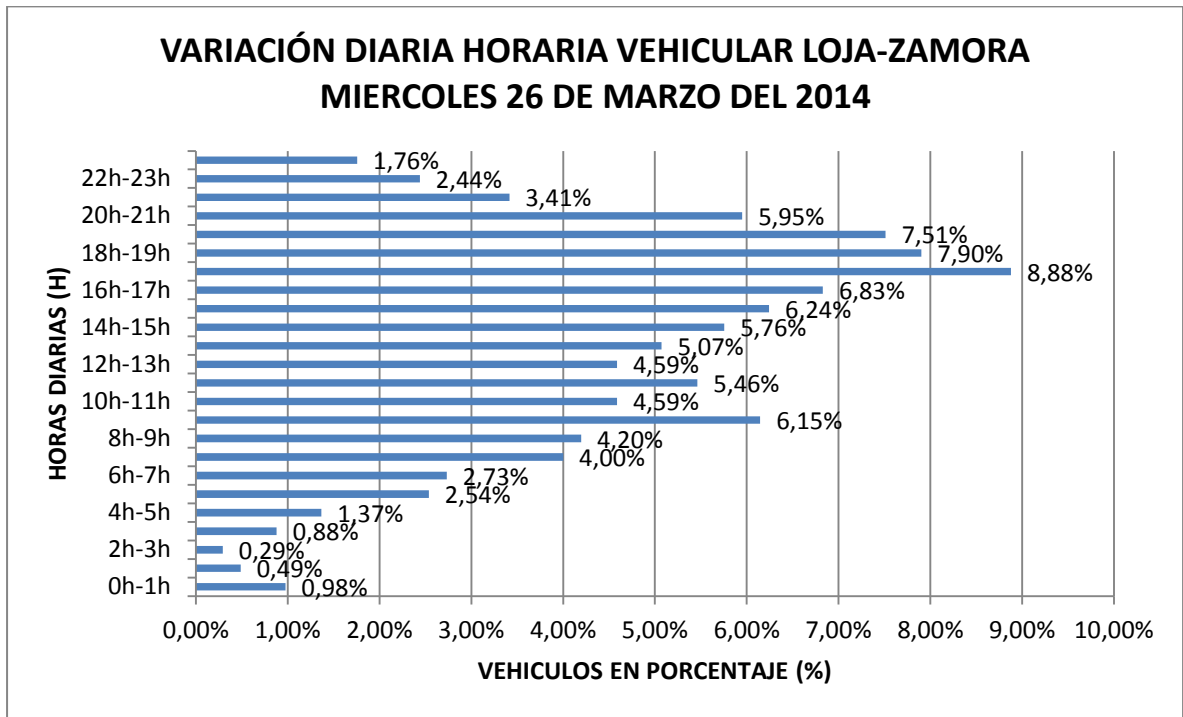


**Anexo 1.19 Variación diaria horaria vehicular vía Zamora Loja lunes 24 de abril del 2014**  
Fuente: El autor.



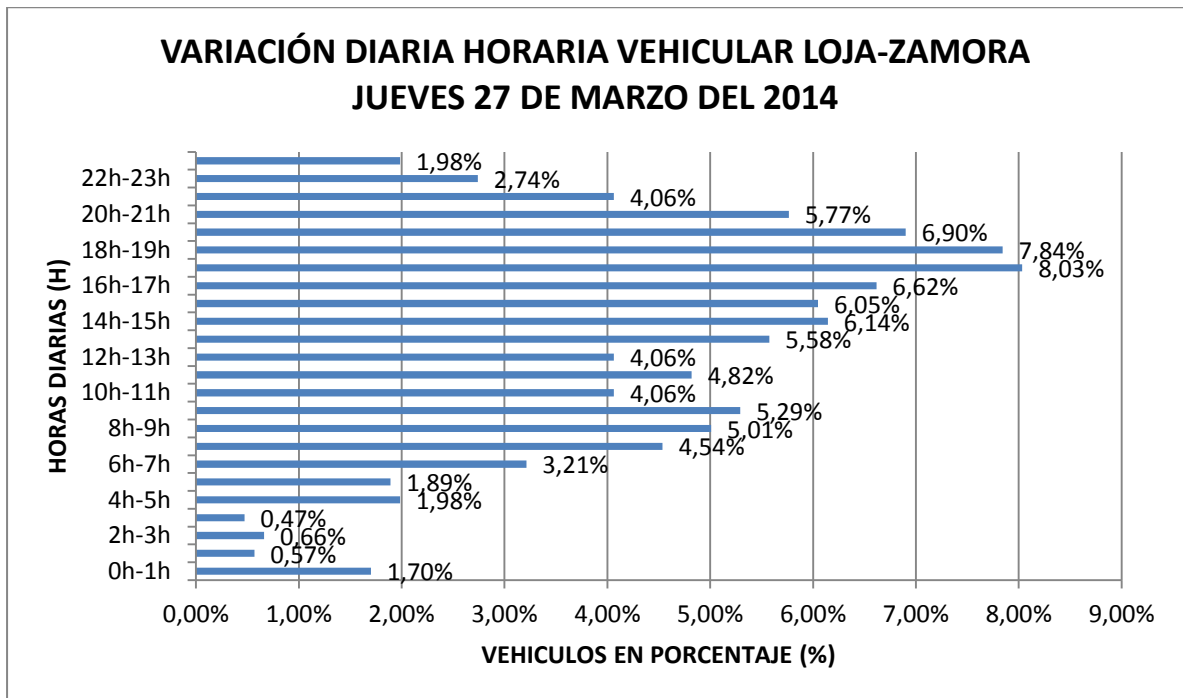
**Anexo 1.20 Variación diaria horaria vehicular vía Zamora Loja martes 19 y 25 de abril del 2014**  
Fuente: El autor.

**Sentido Loja - Zamora**



**Anexo 1.21 Variación diaria horaria vehicular vía Loja Zamora miércoles 26 de marzo del 2014**

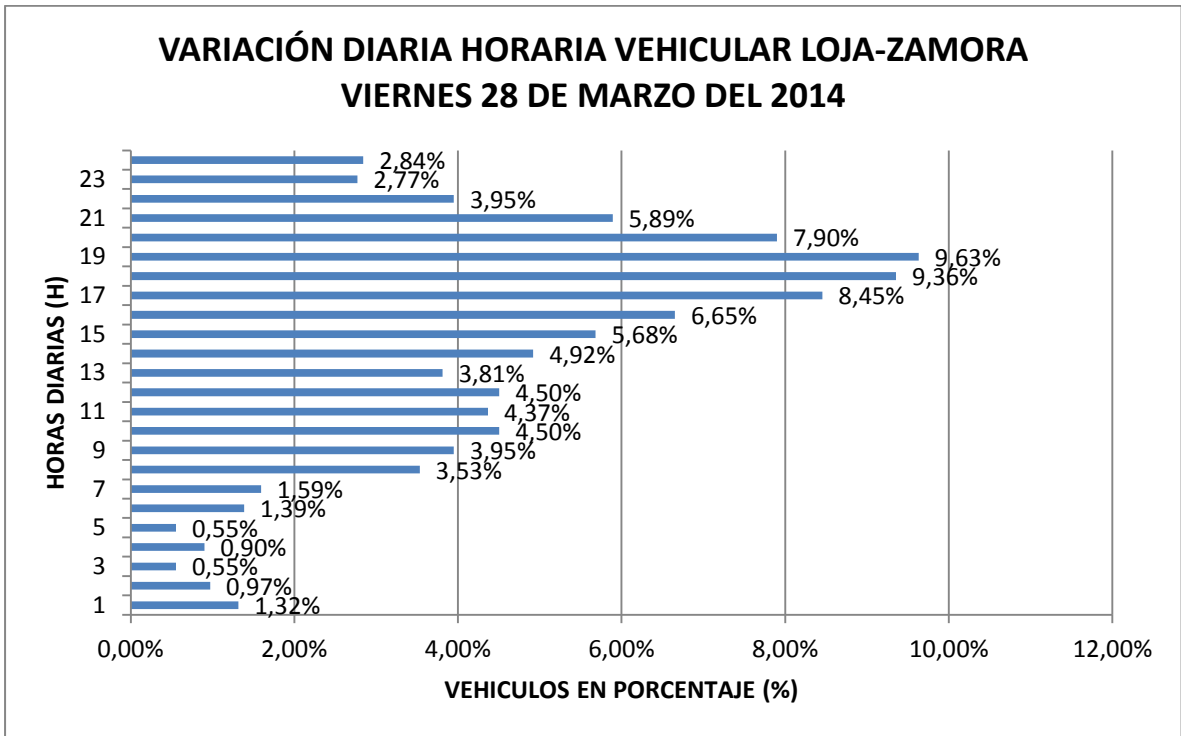
Fuente: El autor.



**Anexo 1.22 Variación diaria horaria vehicular vía Loja Zamora jueves 27 de marzo del 2014**

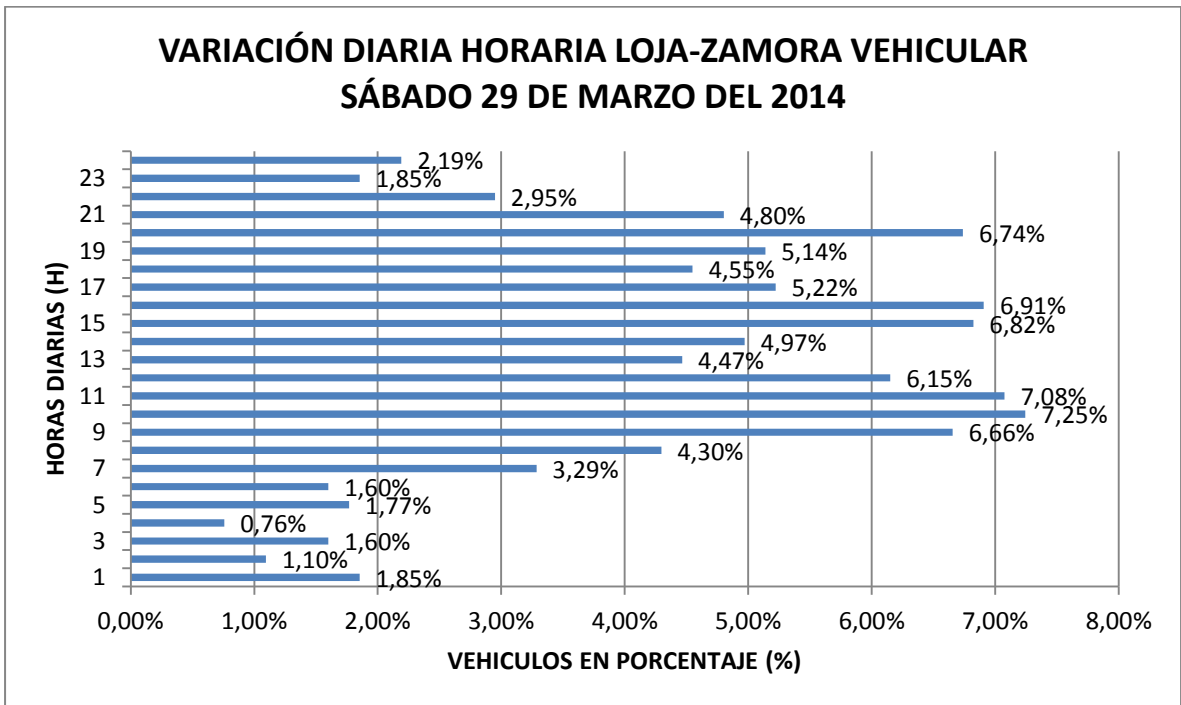
Fuente: El autor.





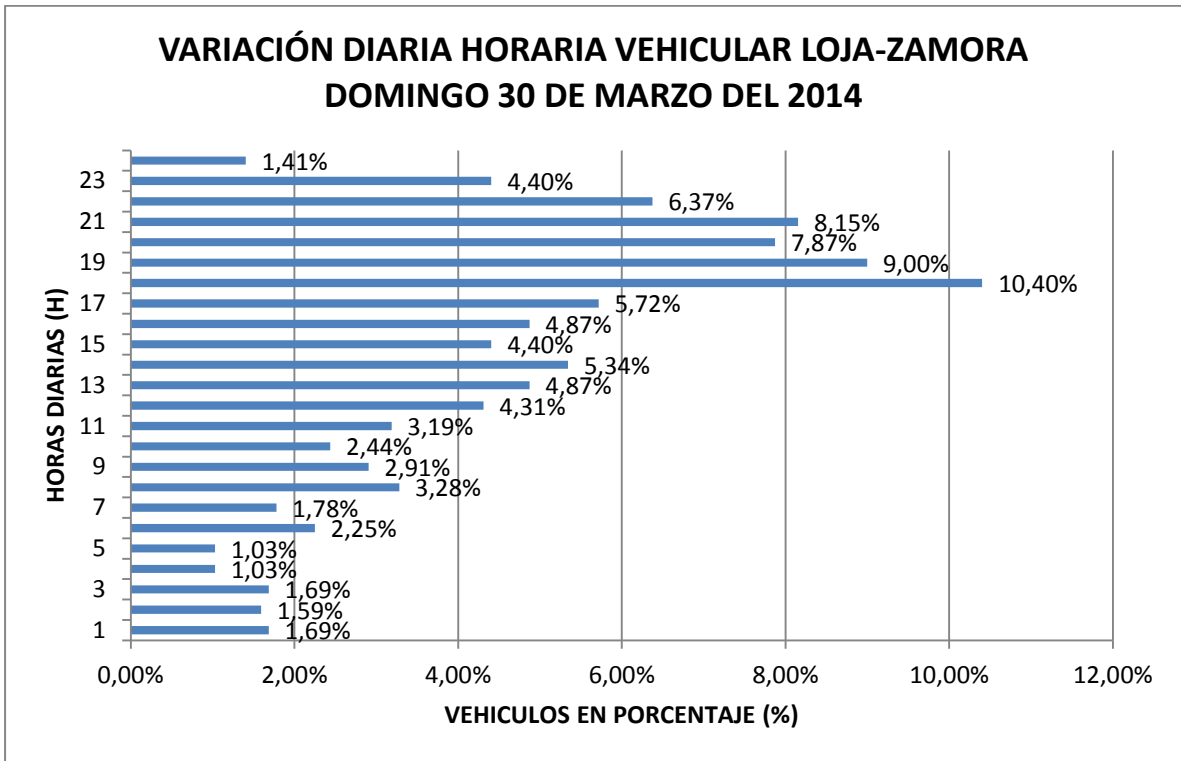
**Anexo 1.23 Variación diaria horaria vehicular vía Loja Zamora viernes 28 de marzo del 2014**

Fuente: El autor.



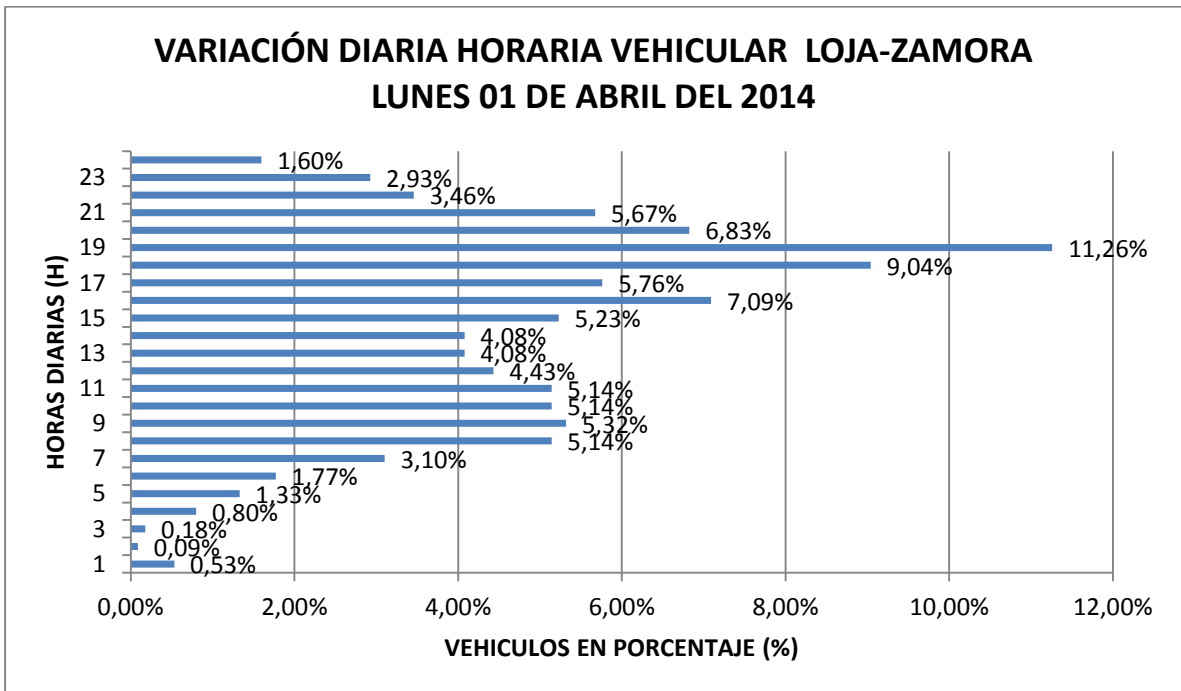
**Anexo 1.24 Variación diaria horaria vehicular vía Loja Zamora sábado 29 de marzo del 2014**

Fuente: El autor.



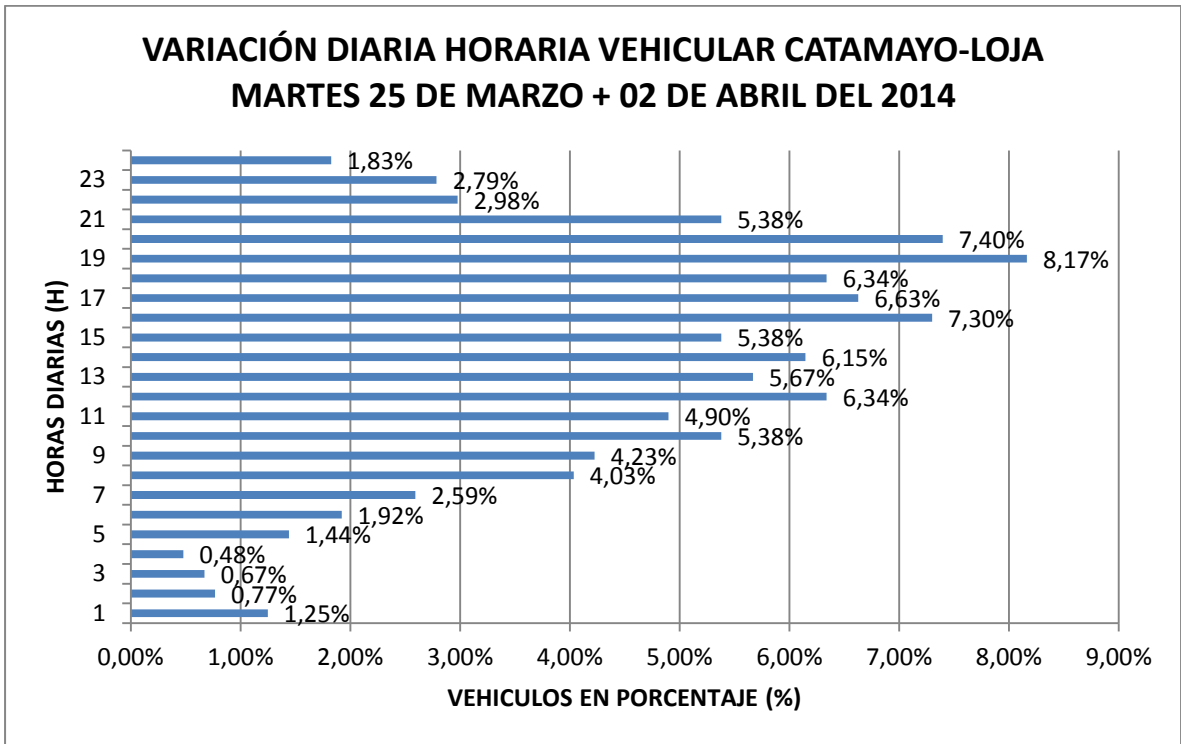
**Anexo 1.25 Variación diaria horaria vehicular vía Loja Zamora domingo 30 de marzo del 2014**

Fuente: El autor.



**Anexo 1.26 Variación diaria horaria vehicular vía Loja Zamora lunes 01 de abril del 2014**

Fuente: El autor.

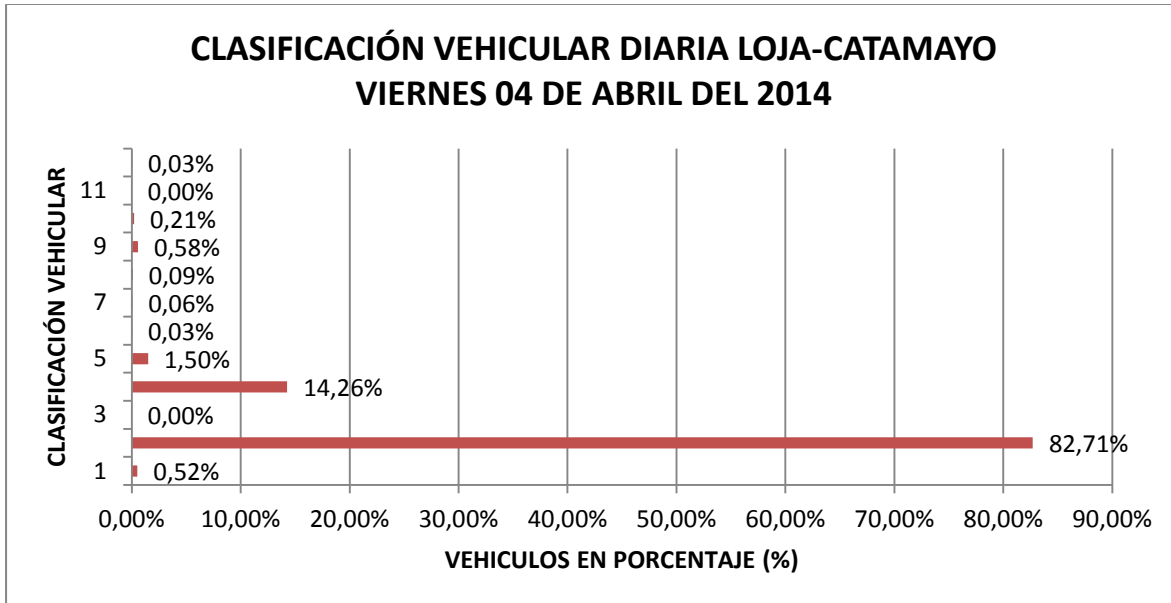


**Anexo 1.27 Variación diaria horaria vehicular vía Loja Zamora martes 25 de marzo y 02 de abril del 2014**

Fuente: El autor.

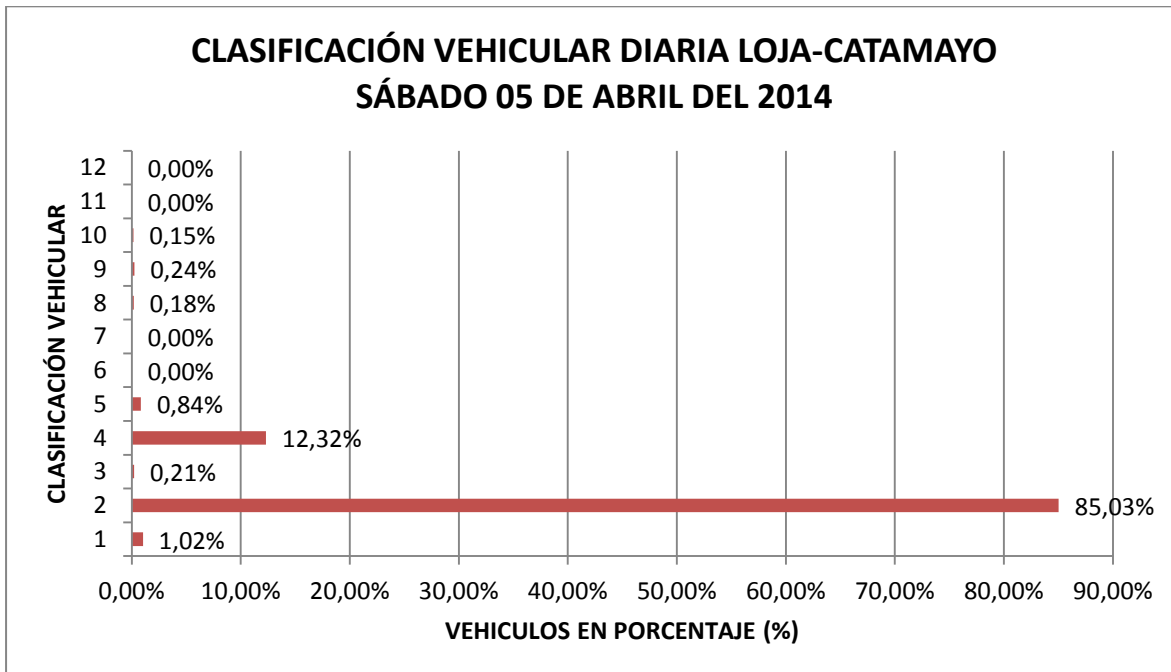
## 2. Anexo 2 Clasificación vehicular diaria

Sentido Loja – Catamayo



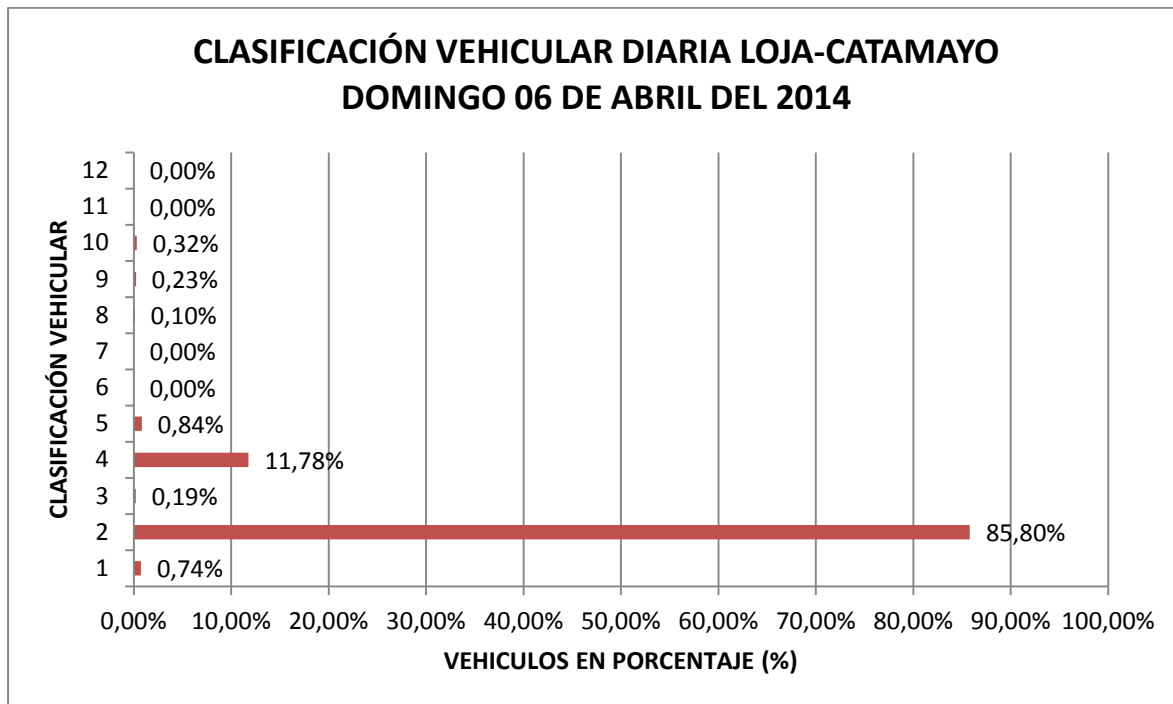
Anexo 2.1 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo viernes 04 de abril del 2014.

Fuente: El autor.



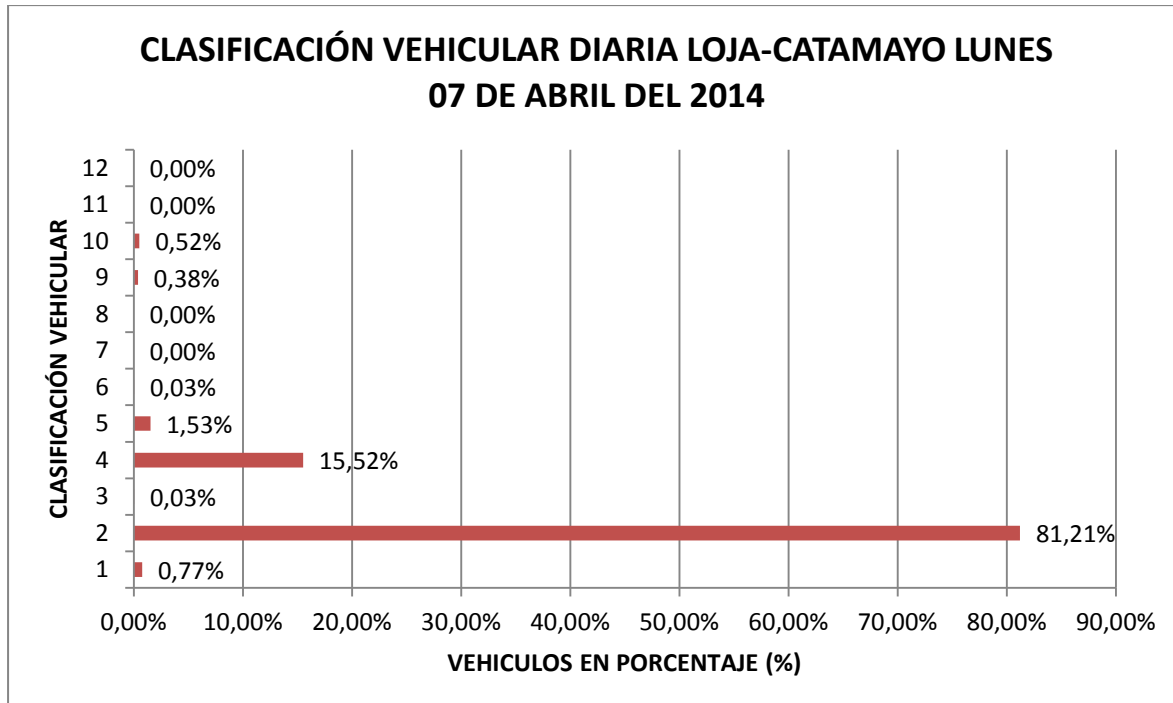
Anexo 2.2 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo sábado 05 abril del 2014.

Fuente: El autor.



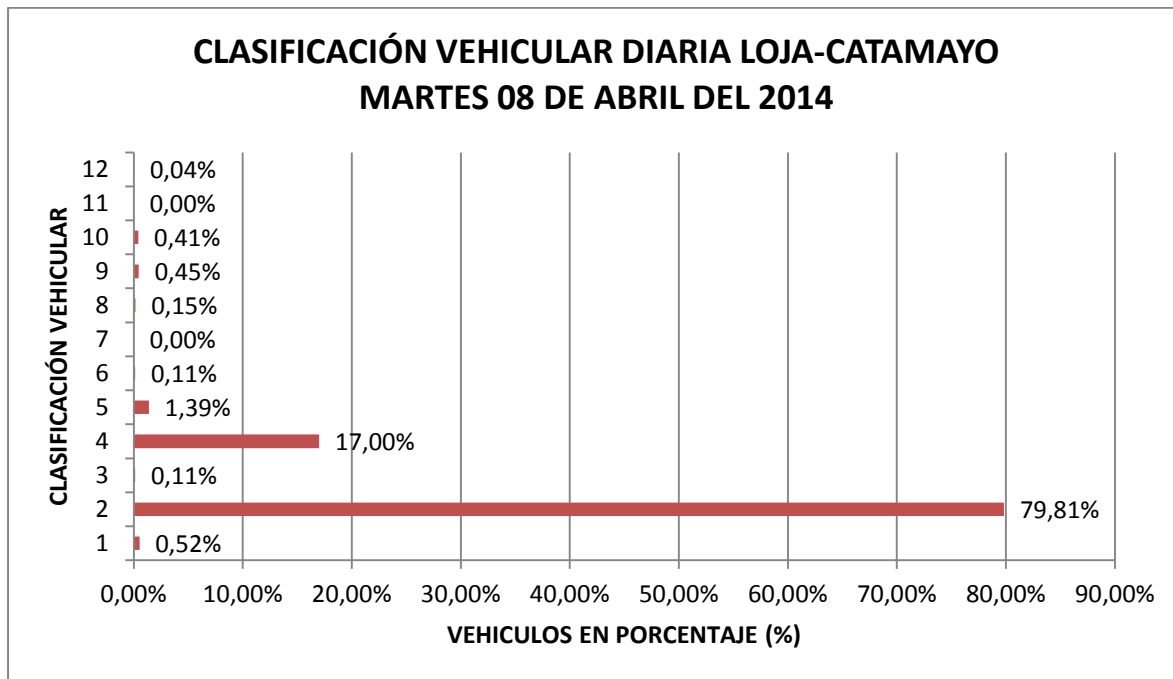
**Anexo 2.3 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo domingo 06 abril del 2014.**

Fuente: El autor.

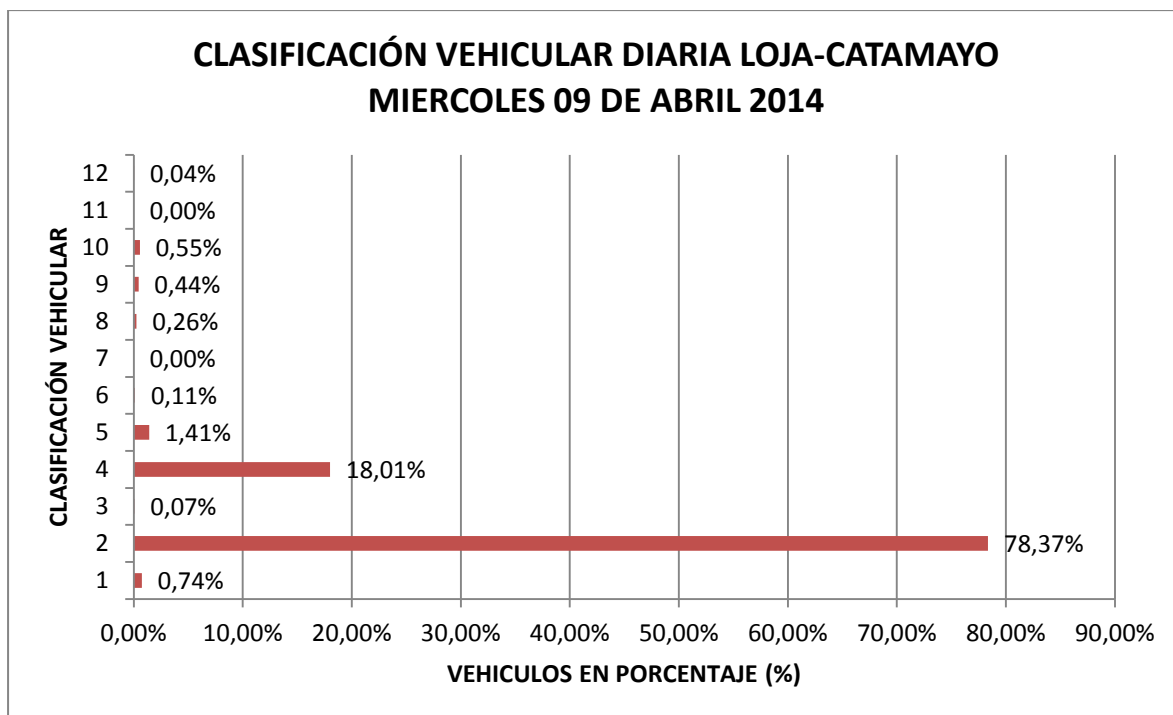


**Anexo 2.4 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo lunes 07 abril del 2014.**

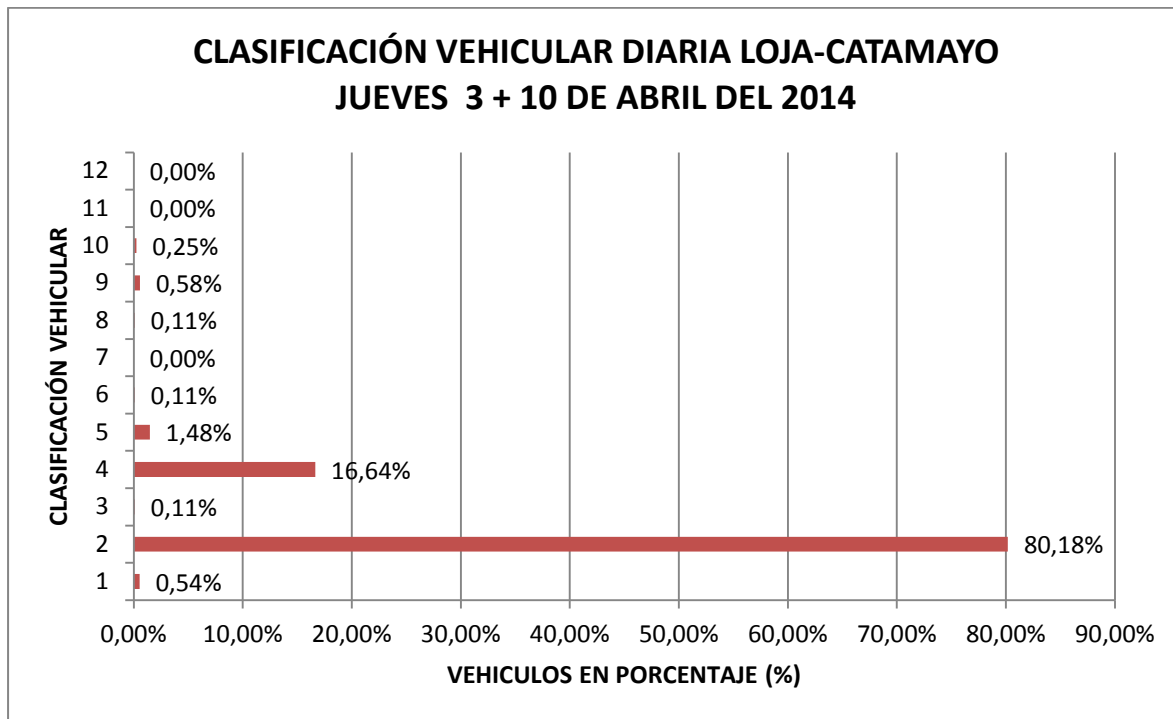
Fuente: El autor.



**Anexo 2.5 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo martes 08 abril del 2014.**  
Fuente: El autor.

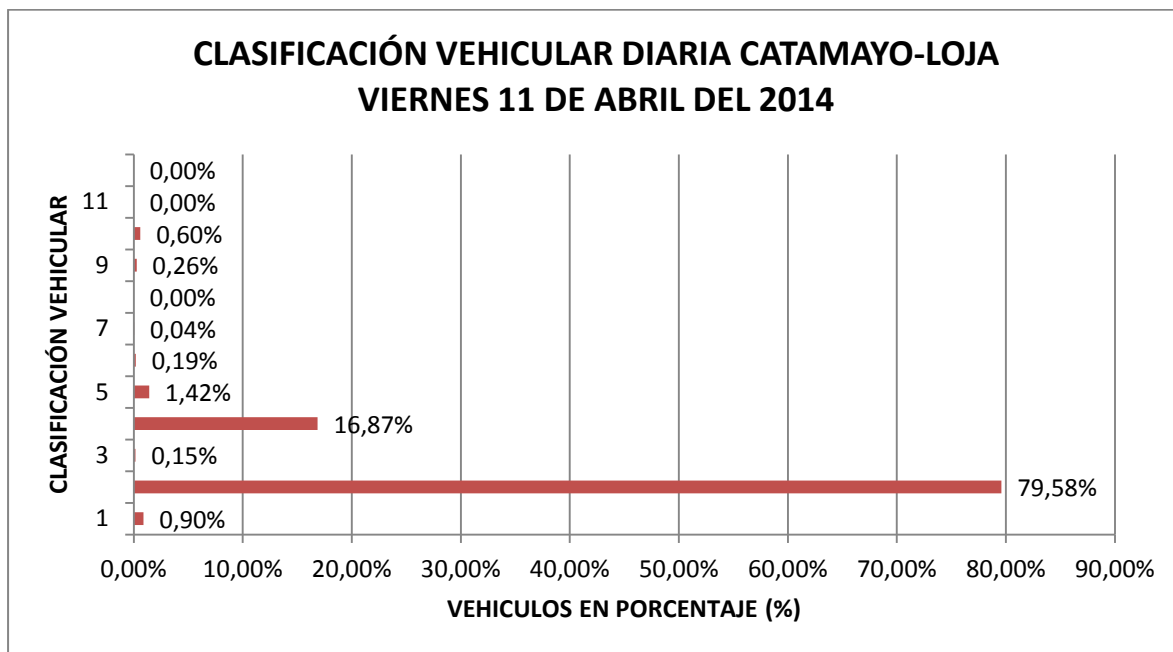


**Anexo 2.6 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo miércoles 09 abril del 2014.**  
Fuente: El autor.

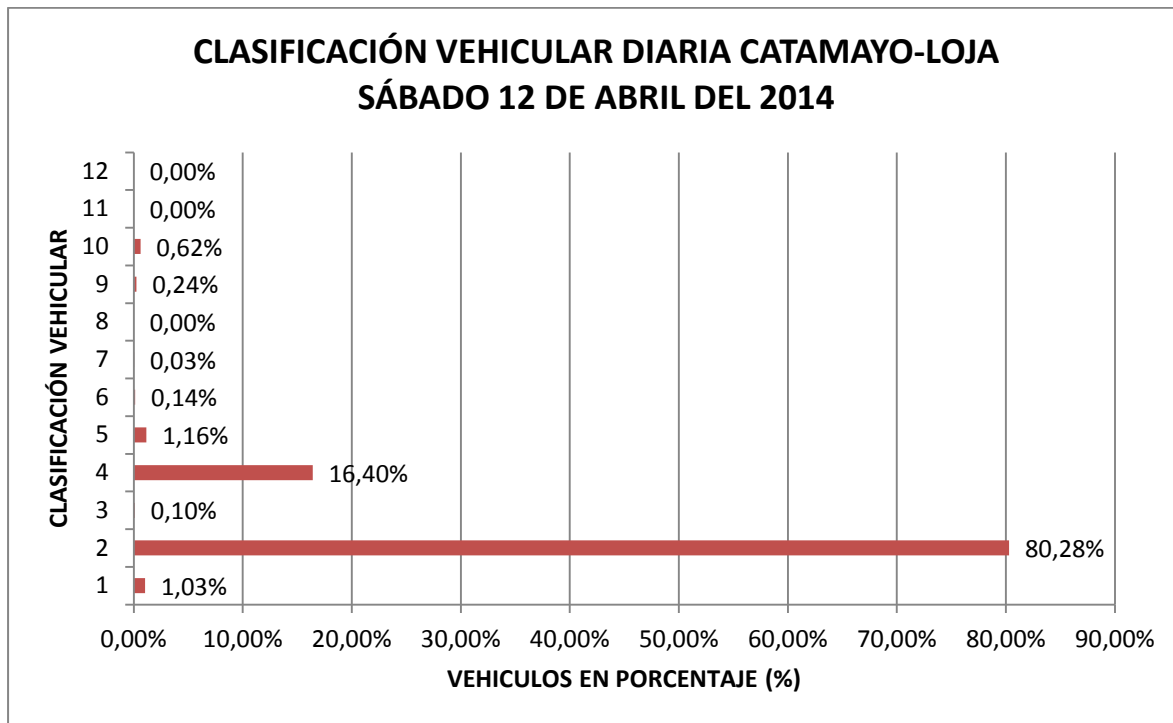


**Anexo 2.7 Clasificación vehicular diaria Loja-Catamayo jueves 03 y 10 de abril del 2014.**  
Fuente: El autor.

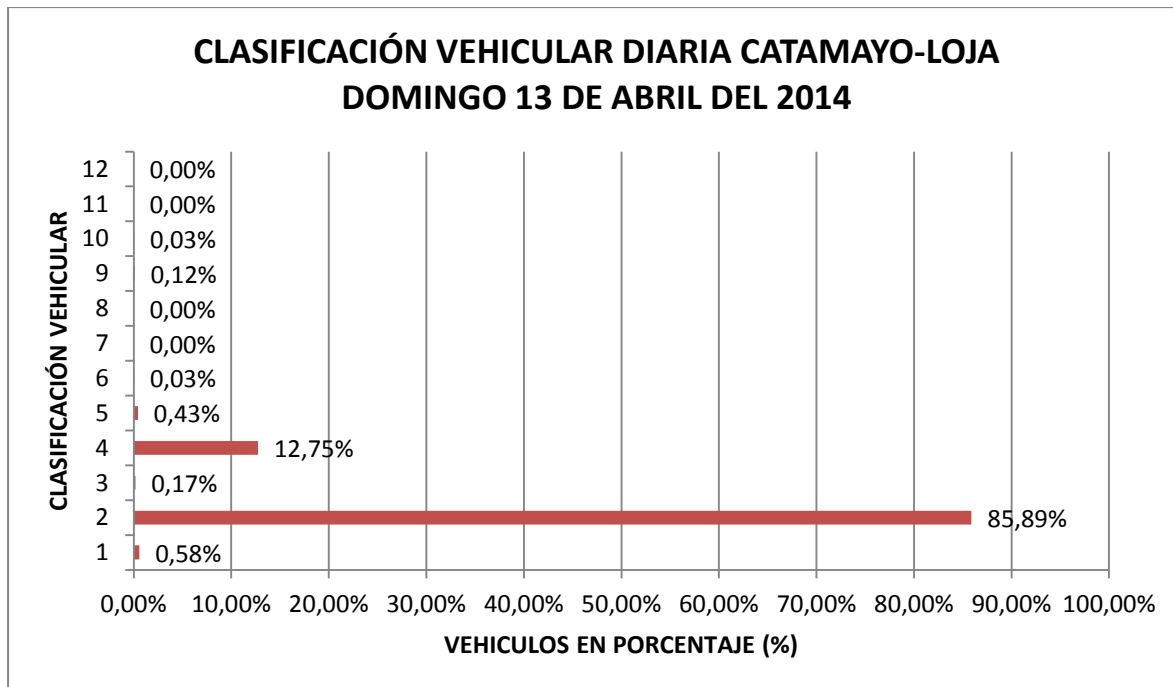
#### Sentido Catamayo - Loja



**Anexo 2.8 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja viernes 11 de abril del 2014.**  
Fuente: El autor.

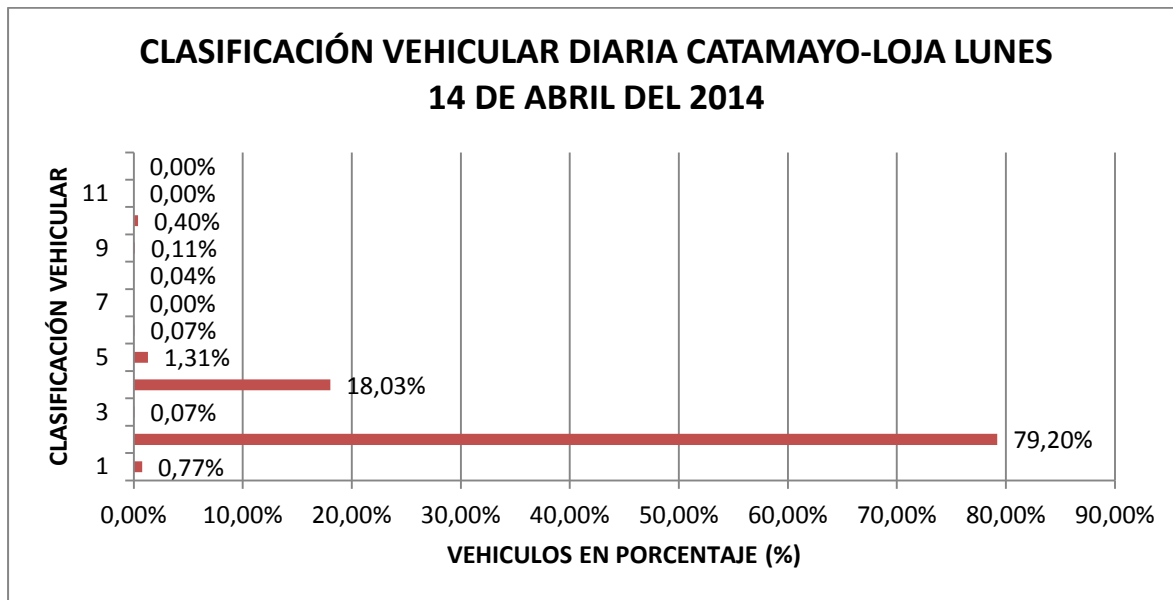


**Anexo 2.9 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja sábado 12 de abril del 2014.**  
Fuente: El autor.

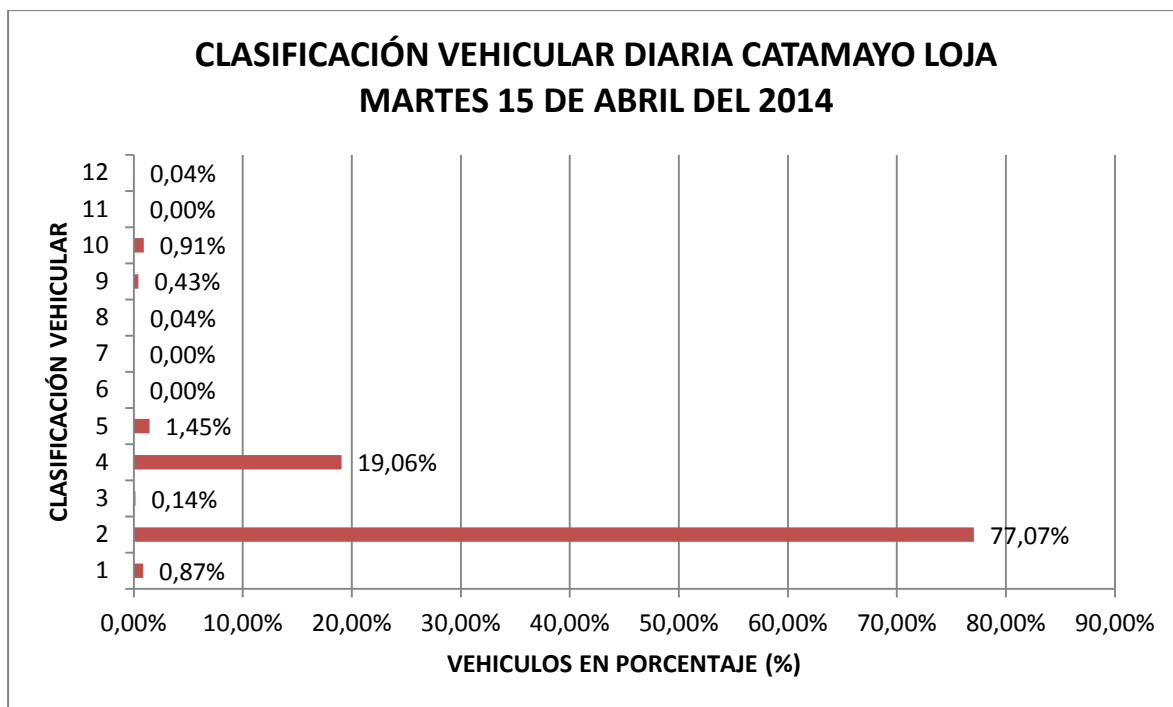


**Anexo 2.10 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja domingo 13 de abril del 2014.**  
Fuente: El autor.

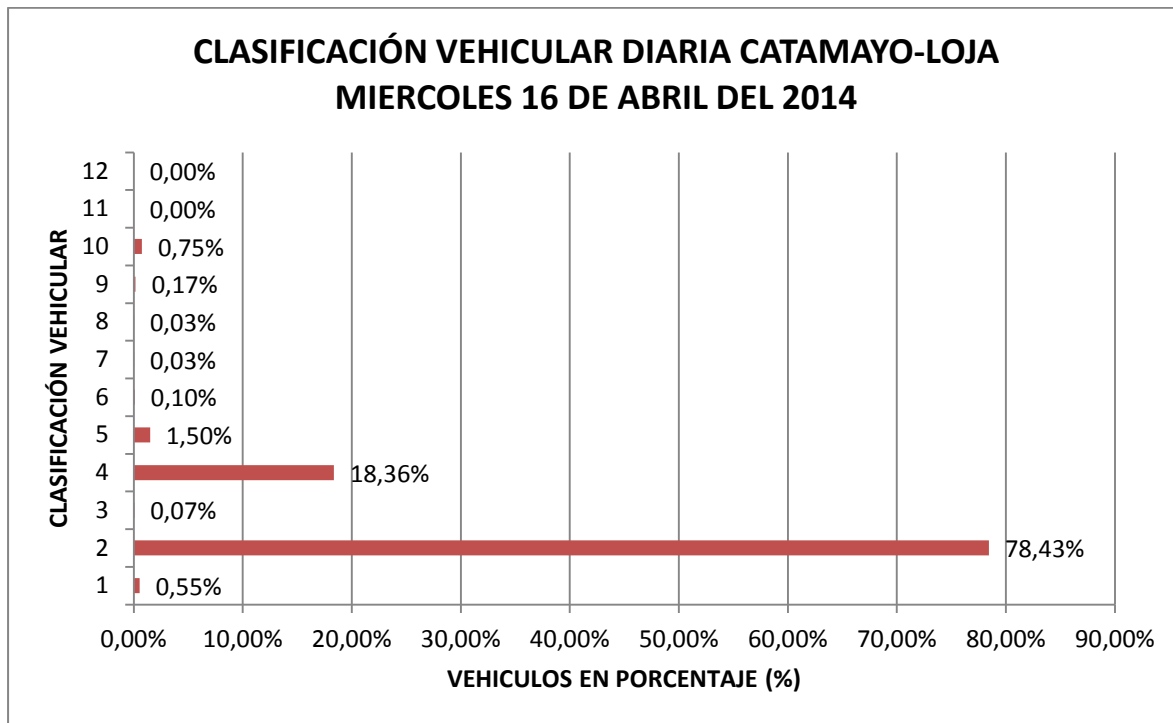




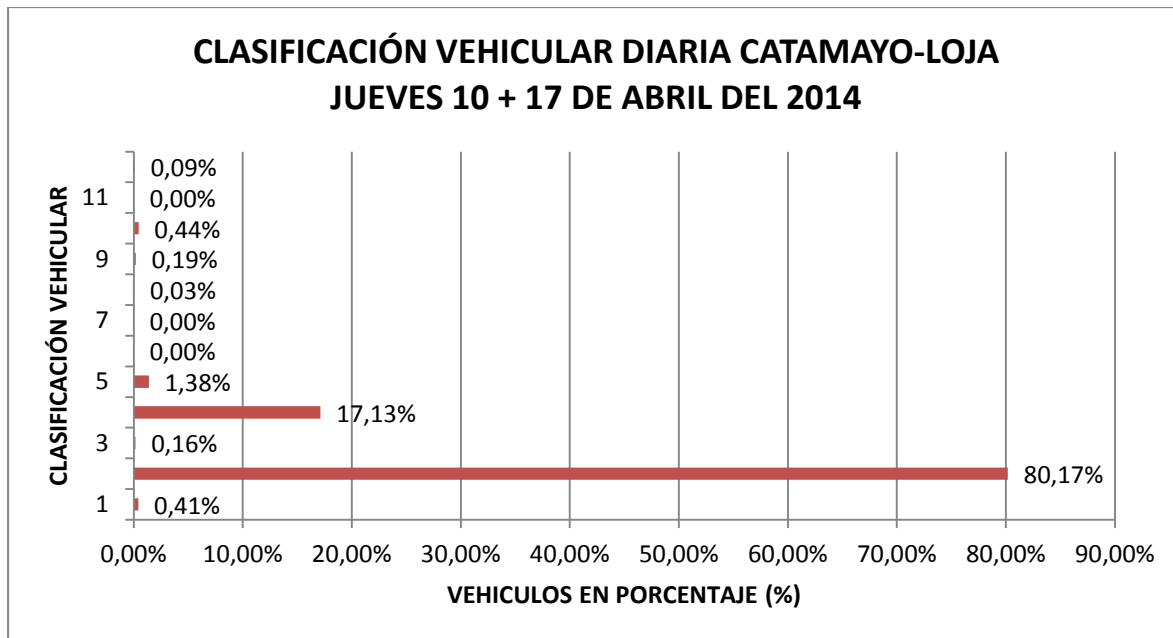
**Anexo 2.11 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja lunes 14 de abril del 2014.**  
Fuente: El autor.



**Anexo 2.12 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja martes 15 de abril del 2014.**  
Fuente: El autor.

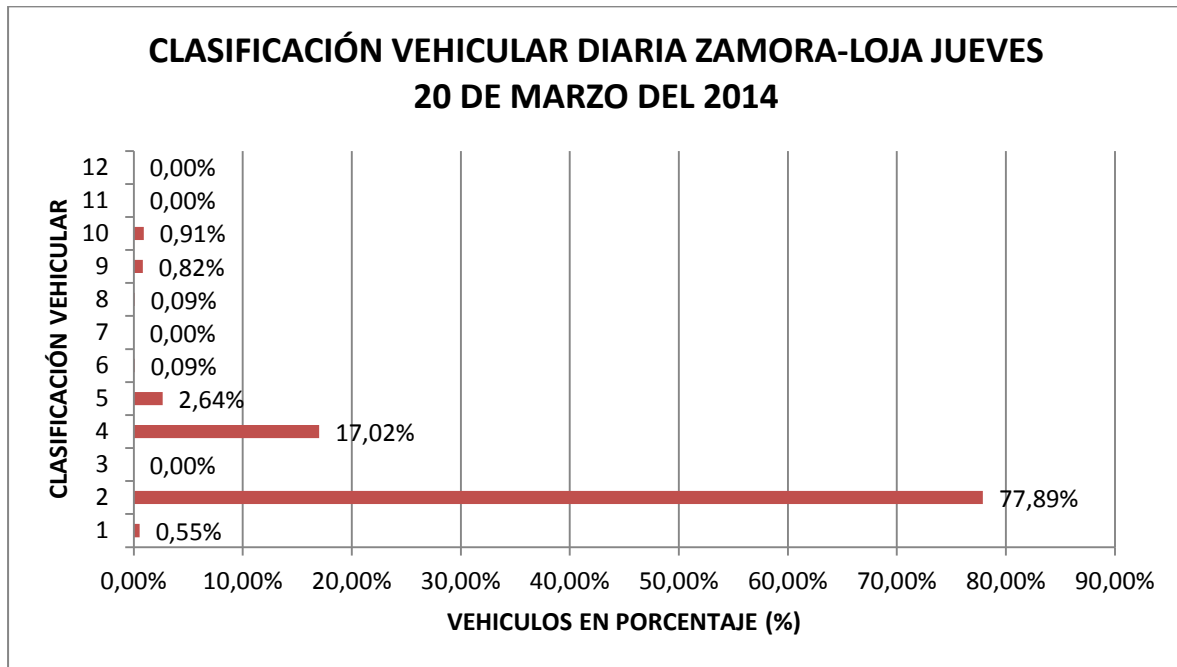


**Anexo 2.13 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja Miercoles 16 de abril del 2014.**  
Fuente: El autor.



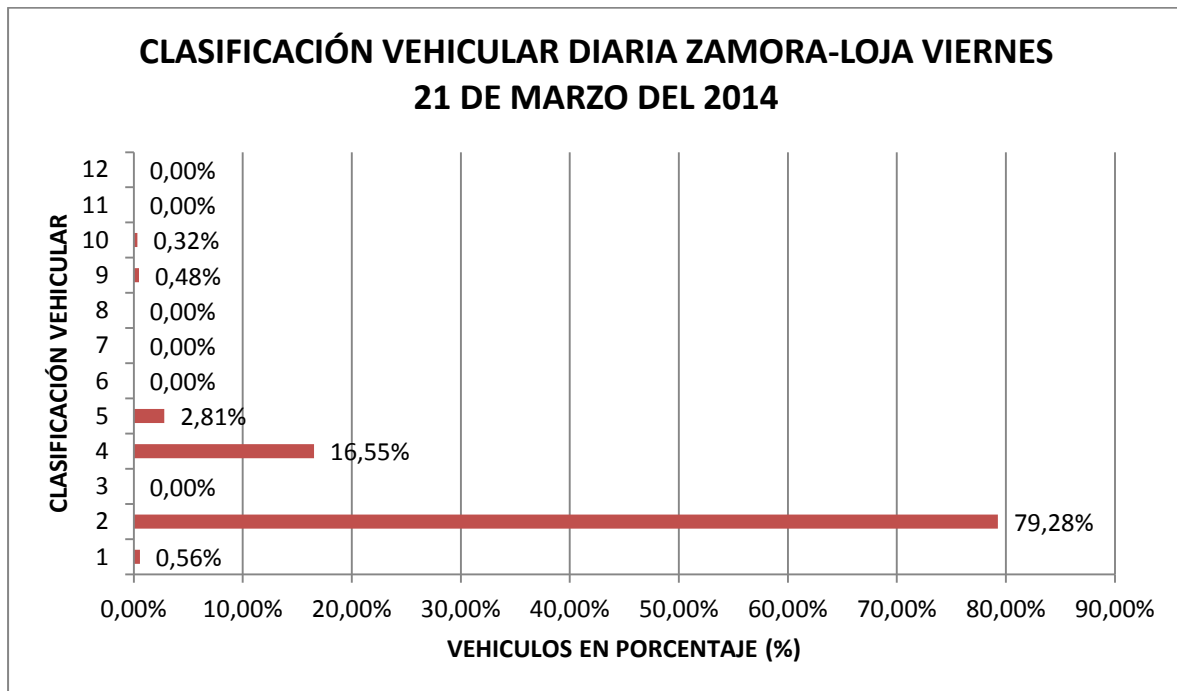
**Anexo 2.14 Clasificación vehicular diaria Catamayo-Loja Jueves 10 y 17 de abril del 2014.**  
Fuente: El autor.

## Sentido Zamora – Loja



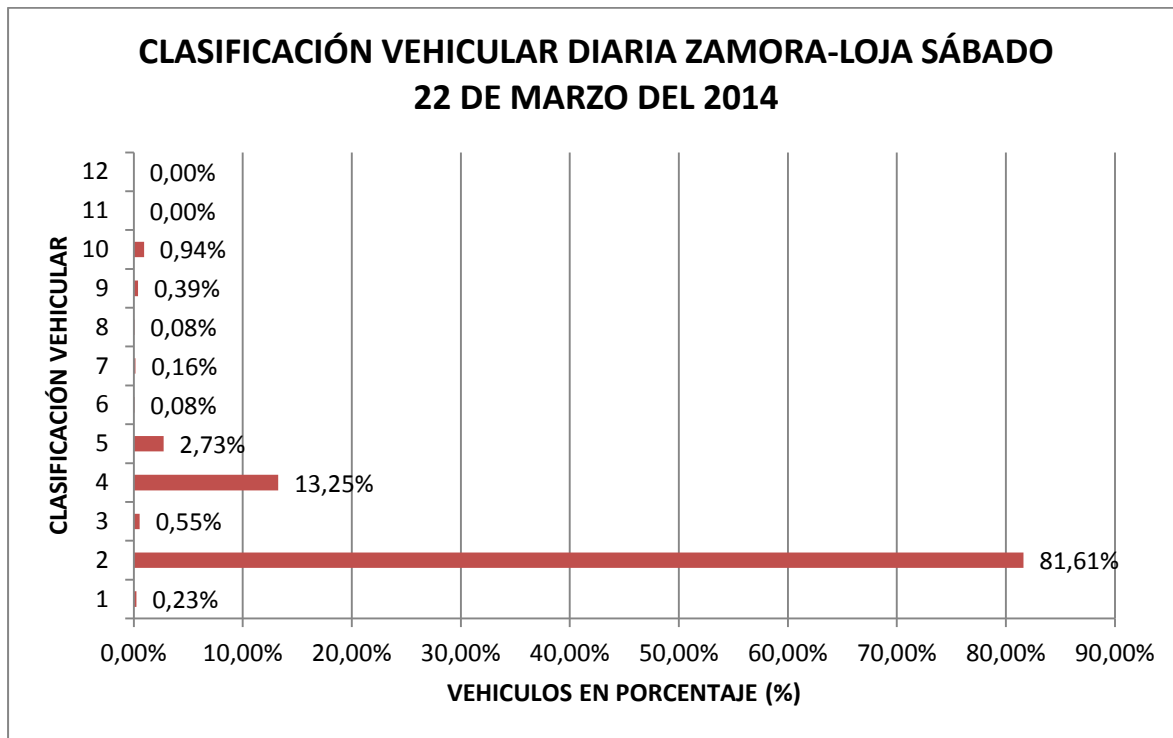
Anexo 2.15 Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja jueves 20 de marzo del 2014.

Fuente: El autor.



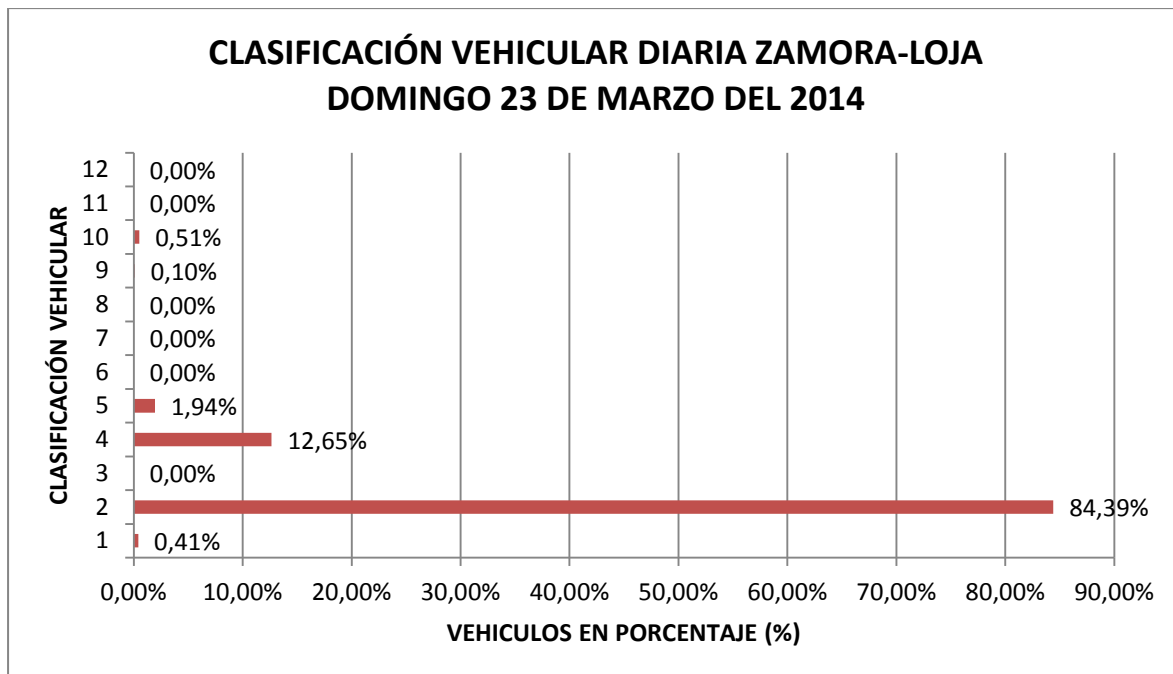
Anexo 2.16 Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja viernes 21 de marzo del 2014.

Fuente: El autor.



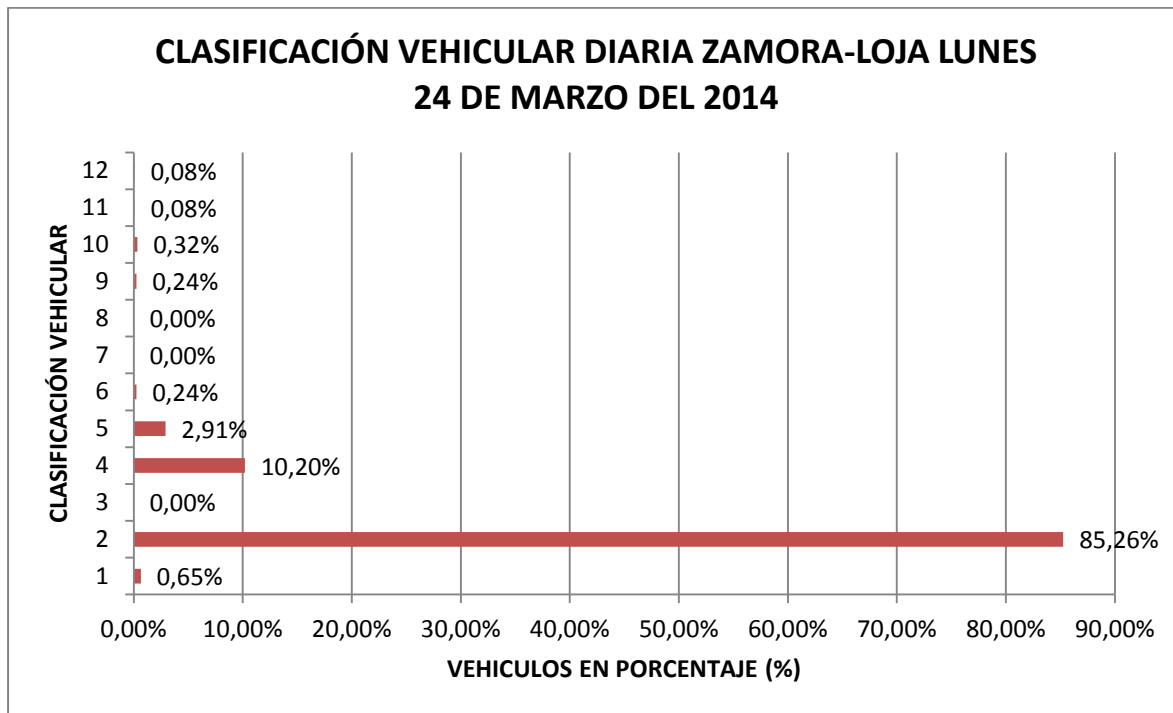
**Anexo 2.17 Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja sábado 22 de marzo del 2014.**

Fuente: El autor.



**Anexo 2.18 Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja domingo 23 de marzo del 2014.**

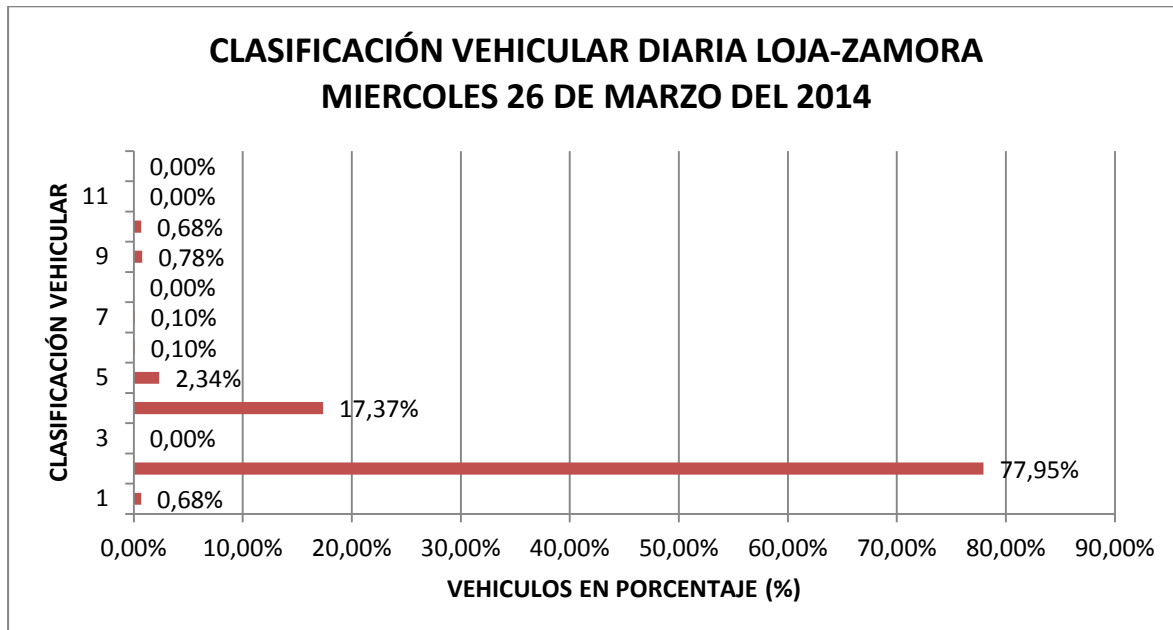
Fuente: El autor.



**Anexo 2.19 Clasificación vehicular diaria Zamora-Loja lunes 24 de marzo del 2014.**

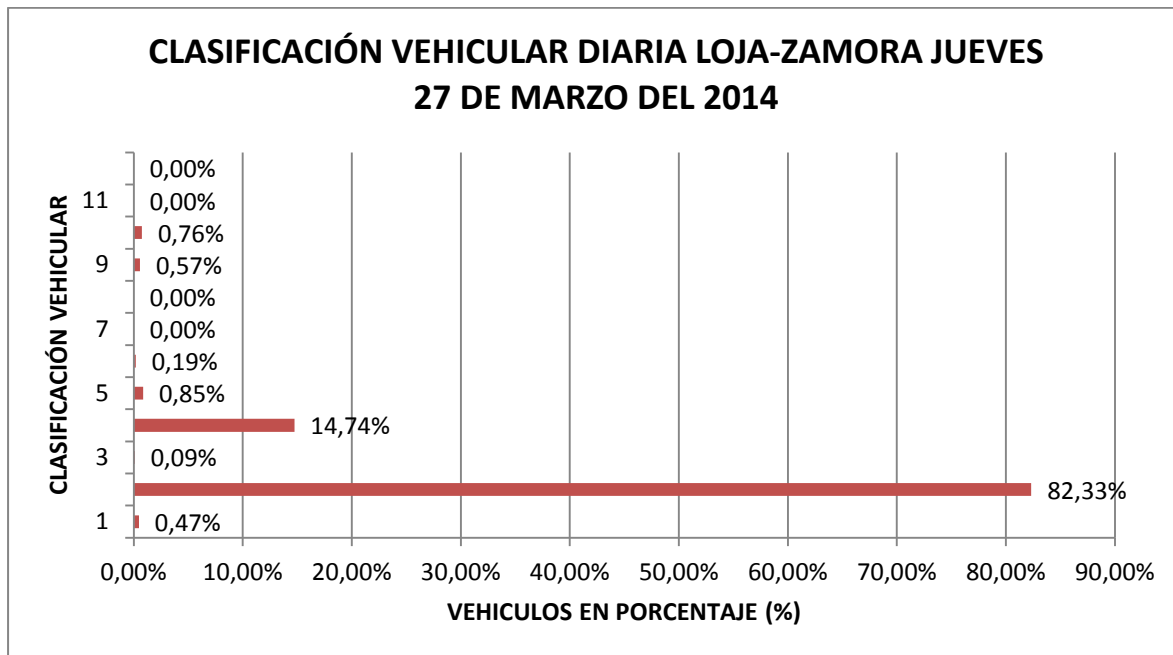
Fuente: El autor.

#### **Sentido Loja – Zamora**

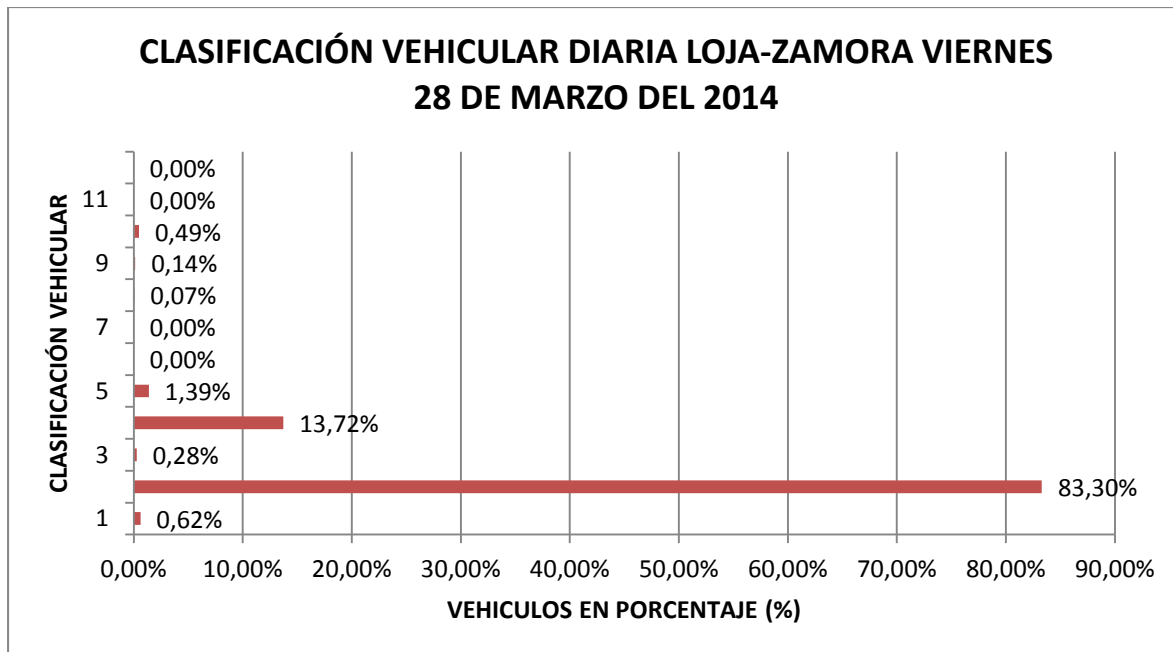


**Anexo 2.20 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora miércoles 26 de marzo del 2014.**

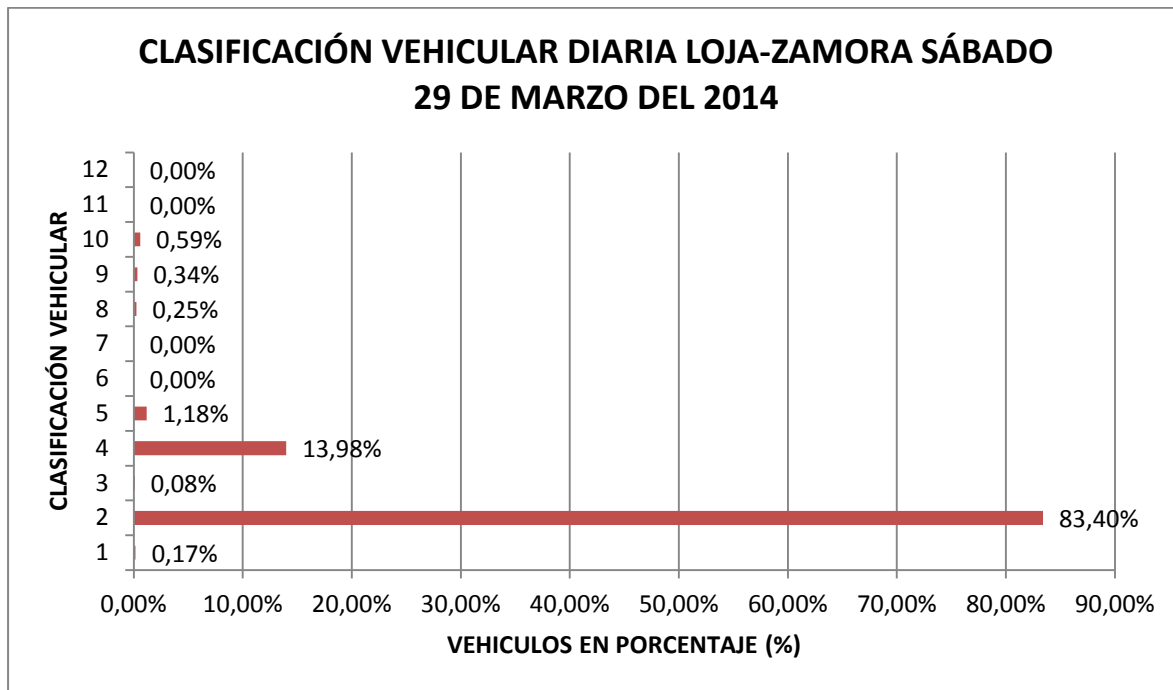
Fuente: El autor.



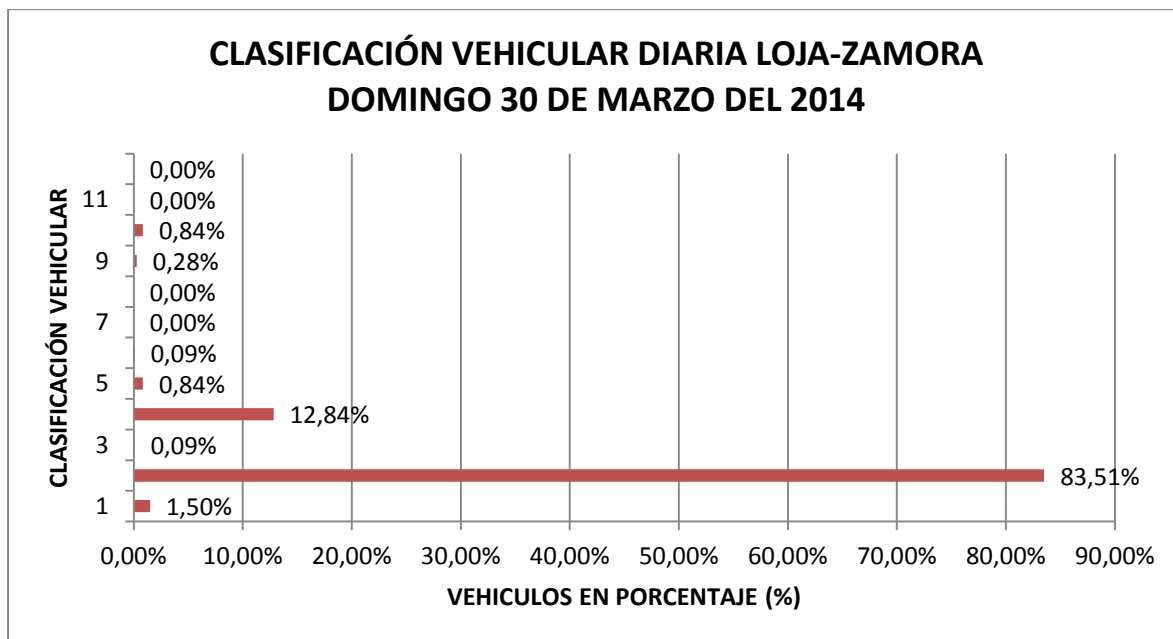
**Anexo 2.21 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora jueves 27 de marzo del 2014.**  
Fuente: El autor.



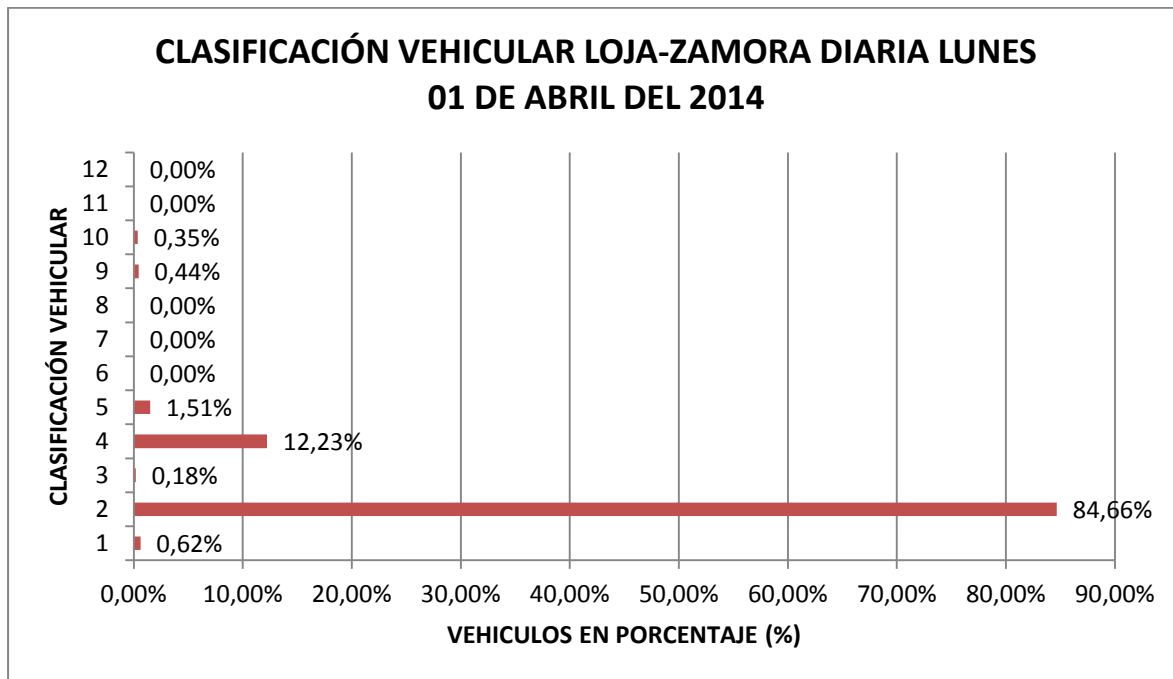
**Anexo 2.22 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora viernes 28 de marzo del 2014.**  
Fuente: El autor.



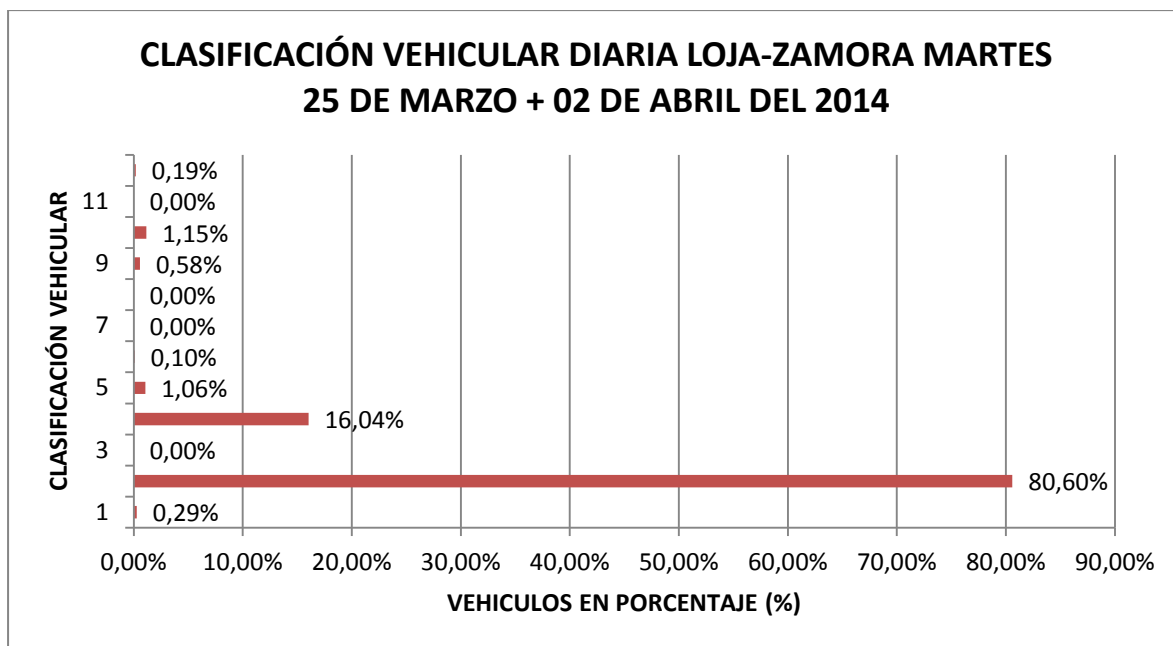
**Anexo 2.23 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora sábado 29 de marzo del 2014.**  
Fuente: El autor.



**Anexo 2.24 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora domingo 30 de marzo del 2014.**  
Fuente: El autor.



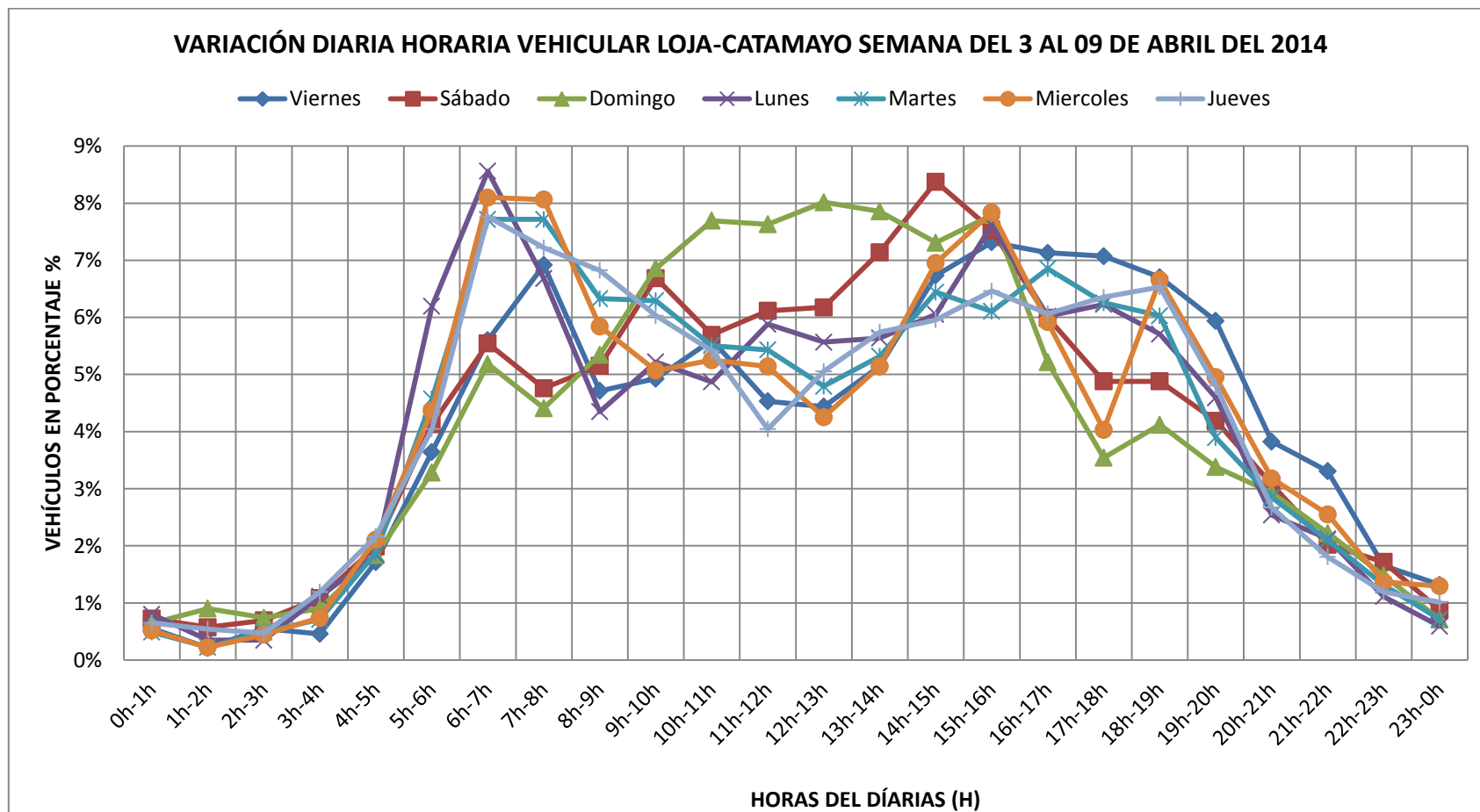
**Anexo 2.25 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora lunes 01 de abril del 2014.**  
Fuente: El autor.



**Anexo 2.26 Clasificación vehicular diaria Loja-Zamora martes 25 de marzo y 02 de abril del 2014.**  
Fuente: El autor.



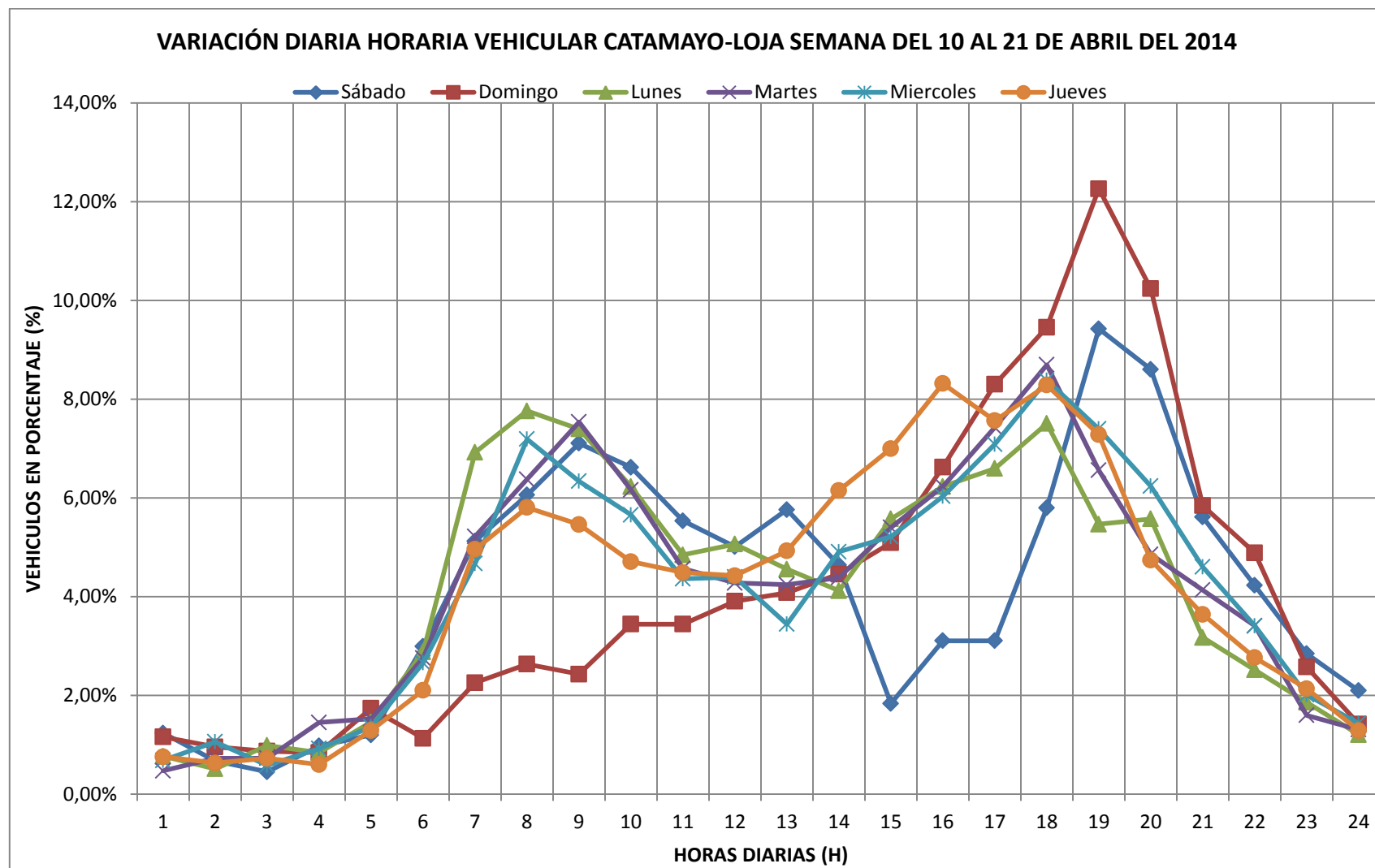
**3. Anexo 3 Variación horaria del volumen de tránsito**  
**Sentido Loja – Catamayo**



**Anexo 3.1 Variación diaria horaria vehicular Loja-Catamayo semana del 3 al 09 de abril del 2014.**

Fuente: El autor.

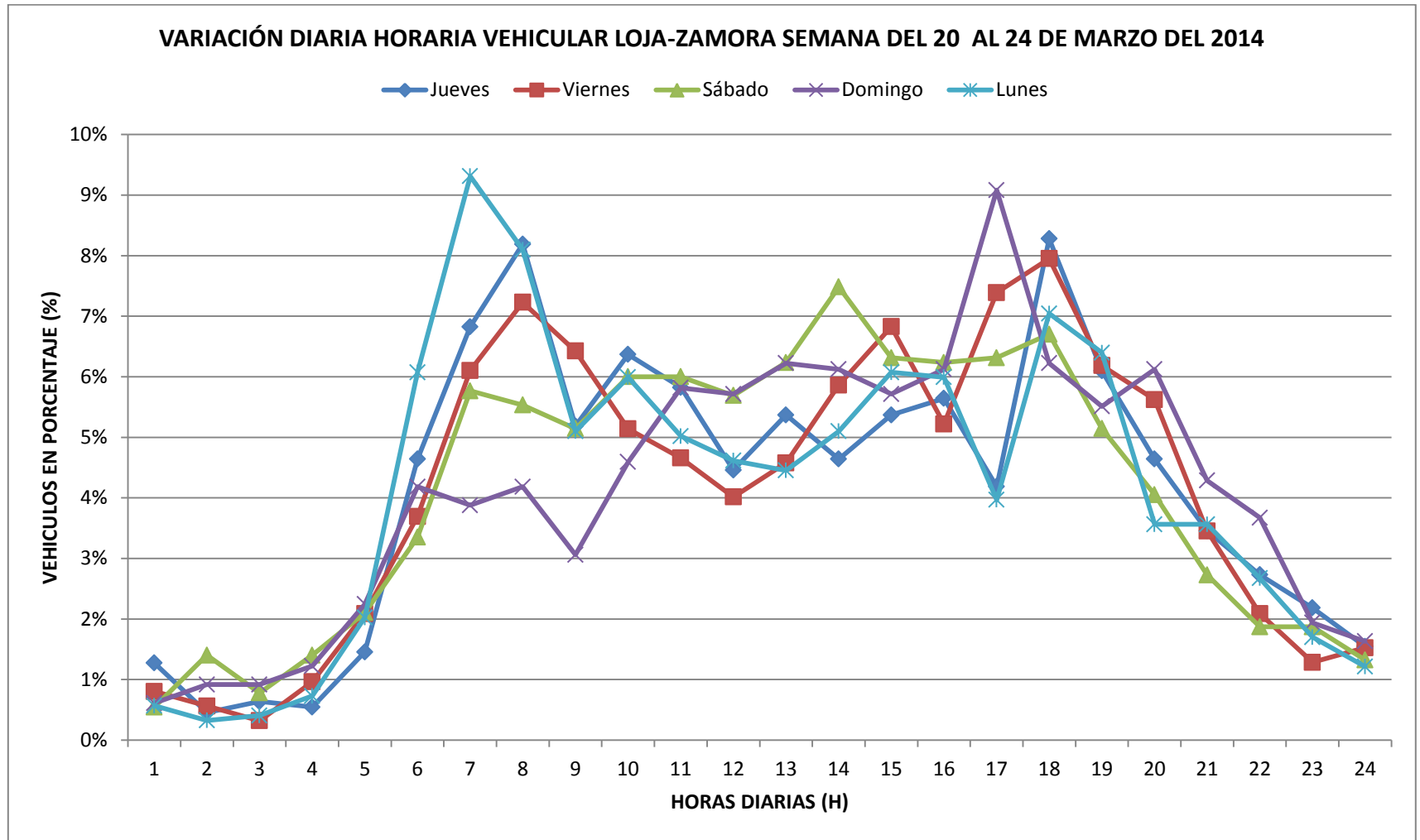
## Sentido Catamayo - Loja



Anexo 3.2 Variación diaria horaria vehicular Catamayo-Loja semana del 10 al 21 de abril del 2014.

Fuente: El autor.

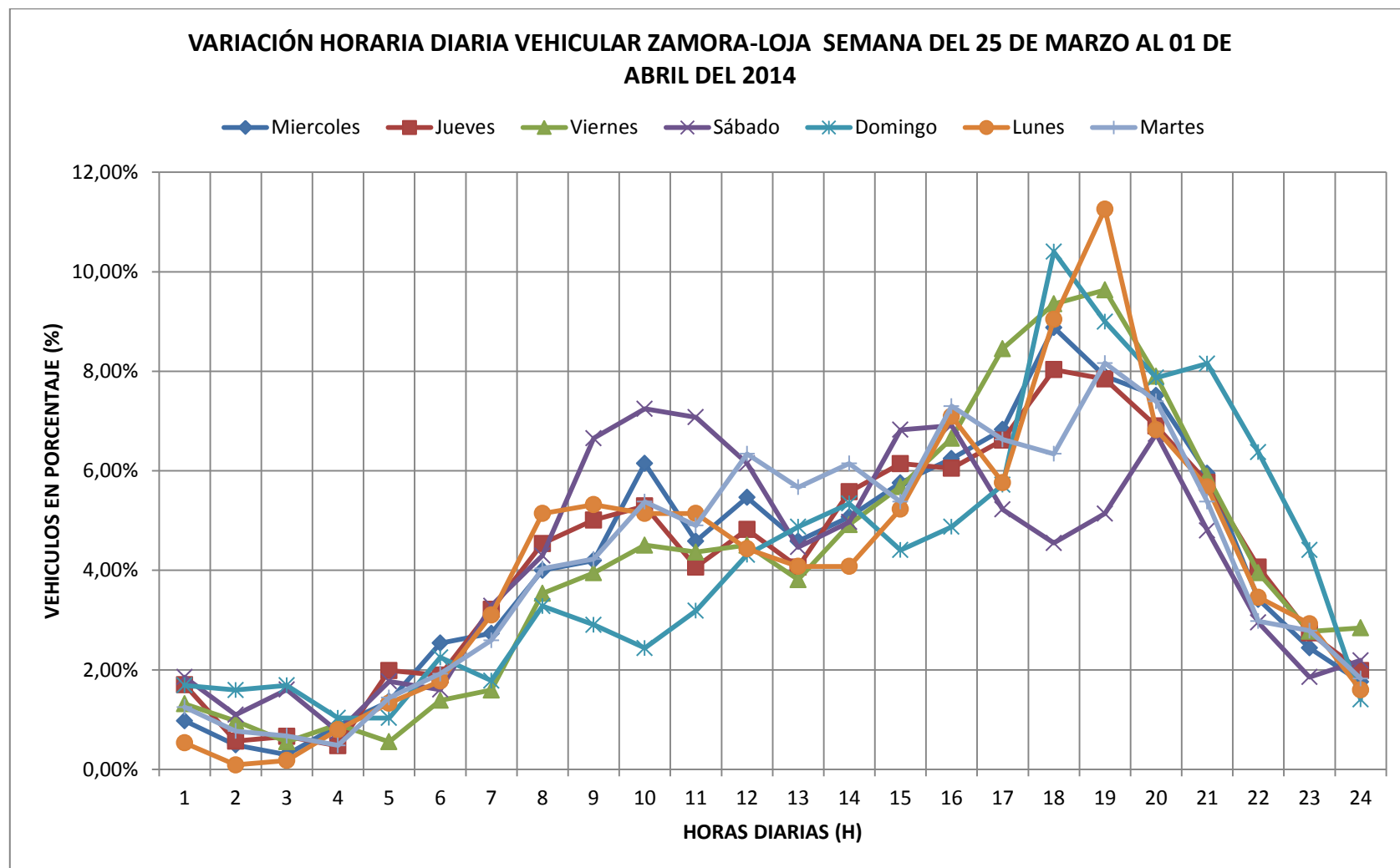
**Sentido Loja-Zamora**



**Anexo 3.3 Variación diaria horaria vehicular Loja-Zamora semana del 20 al 24 de marzo del 2014.**

Fuente: El autor.

## Sentido Zamora-Loja



Anexo 3.4 Variación diaria horaria vehicular Zamora-Loja semana del 25 de marzo al 01 de abril del 2014.

Fuente: El autor.